

漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）
核技术利用项目（一期）竣工环境
保护验收监测报告表
（公开本）

建设单位：漳州圆山医院有限公司

编制单位：江苏辐环环境科技有限公司

2026年6月

建设单位法人代表: (签字)

编制单位法人代表: (签字)

项目负责人: (签字)

填表人: (签字)

建设单位 漳州圆山医院
有限公司 (盖章)

电话:

传真: /

邮编: 363000

地址: 福建省漳州市漳州高新区
圆山大道 999 号

编制单位 江苏辐环环境科技
有限公司 (盖章)

电话: 025-86573908

传真: 025-86573912

邮编: 210000

地址: 南京市建邺区庐山路 168 号
1011 室

表一 项目基本情况

建设项目名称	漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目（一期）				
建设单位名称	漳州圆山医院有限公司				
项目性质	<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建				
建设地点	福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号				
源项	放射源		/		
	非密封放射性物质		/		
	射线装置		2 台 II 类和 1 台 III 类射线装置		
建设项目环评批复时间	2025 年 1 月 3 日	开工建设时间	2025 年 2 月		
取得辐射安全许可证时间	2026 年 4 月 9 日	项目投入运行时间	2026 年 4 月 10 日调试		
辐射安全与防护设施投入运行时间	2026 年 4 月 10 日调试	验收现场监测时间	2026 年 5 月 20 日		
环评报告表审批部门	福建省生态环境厅	环评报告表编制单位	江西省地质局实验测试大队		
辐射安全与防护设施设计单位	中元（厦门）工程设计研究院有限公司	辐射安全与防护设施施工单位	漳州市建筑工程有限公司		
投资总概算	25200 万元	辐射安全与防护设施投资总概算	4200 万元	比例	16.67%
实际总概算	2853 万元 （本次验收项目）	辐射安全与防护设施实际总概算	198 万元 （本次验收项目）	比例	6.94%
验收依据	<p>1、建设项目环境保护相关法律、法规和规章制度</p> <p>（1）《中华人民共和国环境保护法》（修订版），中华人民共和国主席令第九号，2015年1月1日施行；</p> <p>（2）《中华人民共和国放射性污染防治法》，中华人民共和国主席令第六号，2003年10月1日实施；</p> <p>（3）《中华人民共和国生态环境法典》，2026 年 3 月 13 日发布，2026 年 8 月 15 日起施行（届时，《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》同时废止）；</p>				

(4) 《建设项目环境保护管理条例》（2017修改版），1998年11月29日国务院令第253号发布，根据2017年7月16日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》（国务院令第682号）修订，2017年10月1日发布施行；

(5) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2019年修订），2005年9月14日国务院令第449号公布，根据2019年3月2日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第709号）修订，2019年3月2日起施行；

(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正版），2006年1月18日国家环境保护总局令第31号公布，2021年1月4日经《关于废止、修改部分生态环境规章和规范性文件的决定》（生态环境部令第20号）修改，自2021年1月4日起施行；

(7) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，国家环境保护部令第18号，2011年5月1日施行；

(8) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；

(9) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日起施行；

(10) 《福建省环保厅关于印发〈核技术利用单位辐射事故/事件应急预案编制大纲〉（试行）的通知》，闽环保辐射〔2013〕10号，2013年3月15日印发；

(11) 《关于发布〈建设项目竣工环境保护验收暂行办法〉的公告》，国环规环评〔2017〕4号，2017年11月22日起施行；

(12) 《关于印发〈污染影响类建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，环办环评函〔2020〕688号文，生态环境部，2020年12月12日发布；

(13) 《关于印发〈核技术利用建设项目重大变动清单（试行）〉的通知》，环办辐射函〔2025〕313号，生态环境部，2025年8月29日发布。

2、建设项目竣工环境保护验收技术标准

- (1) 《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）；
- (2) 《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）；
- (3) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；
- (4) 《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）；
- (5) 《电离辐射监测质量保证通用要求》（GB 8999-2021）；
- (6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）；
- (7) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）；
- (8) 《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）；
- (9) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）；
- (10) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）；
- (11) 《医用血管造影X射线机专用技术条件》（YY/T 0740-2022）；
- (12) 《关于发布<建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类>的公告》，生态环境部2018年第9号公告，2018年5月16日施行。

3、建设项目环境影响报告表及其审批部门审批决定

《福建省生态环境厅关于批复漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表的函》（闽环辐评〔2025〕1号）

4、其他相关文件

- (1) 项目委托书；
- (2) 环境影响报告表主要内容及批复文件；
- (3) 辐射安全许可证正副本复印件；
- (4) 漳州圆山医院关于成立辐射安全与环境保护管理小组的通知；
- (5) 漳州圆山医院辐射安全管理制度及辐射事故应急处理预案；
- (6) 本项目验收检测报告、检测单位 CMA 资质证书及附表；
- (7) 辐射工作人员辐射安全培训考核证书；

- (8) 辐射工作人员最近一次职业健康体检报告；
- (9) 辐射工作人员个人剂量检测合同；
- (10) 公司名称变更公告函。

(1) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)
辐射工作人员及公众的年照射剂量限值，见表 1-1：

表 1-1 照射剂量限值

	剂量限值
职业照射 剂量限值	工作人员所接受的职业照射水平不应超过下述限值： ①由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均），20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv。
公众照射 剂量限值	实践使公众有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv。

(2) 《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)

4 一般要求

4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求：

a) 一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为5mSv/a。

b) 公众照射的剂量约束值不超过0.1mSv/a。

5 选址、布局与分区要求

5.1 选址与布局

5.1.1 放射治疗场所的选址应充分考虑其对周边环境的辐射影响，不得设置在民居、写字楼和商住两用的建筑物内。

5.1.2 放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端，尽量避开儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域，或人员流动性大的商业活动区域。

5.1.3 术中放射治疗手术室应采取适当的辐射防护措施，并尽量设在医院手术区的最内侧，与相关工作用房（如控制室或专用于术

验收执行标准

中放射治疗设备调试、维修的房间)形成一个相对独立区域;术中控制台应与治疗设备分离,实行隔室操作,控制台可设在控制室或走廊内。

5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下,控制区包括加速器大厅、治疗室(含迷路)等场所,如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室,直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施,但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区(如直线加速器治疗室相邻的控制室及与机房相邻区域等)。

6 放射治疗场所辐射安全与防护要求

6.1 屏蔽要求

6.1.1 放射治疗室屏蔽设计应按照额定最大能量、最大剂量率、最大工作负荷、最大照射野等条件和参数进行计算,同时应充分考虑所有初、次级辐射对治疗室邻近场所中驻留人员的照射。

6.1.3 管线穿越屏蔽体时应采取不影响其屏蔽效果的方式,并进行屏蔽补偿。应充分考虑防护门与墙的搭接,确保满足屏蔽体外的辐射防护要求。

6.1.4 剂量控制应符合以下要求:

a) 治疗室墙和入口门外表面30cm处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时,距治疗室顶外表面30cm处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列1)和2)所确定的剂量率参考控制水平 H_c :

1) 使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子(可依照附录A选取),由以下周剂量参考控制水平(H_c)求得关注点的导出剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,d}$ ($\mu\text{Sv/h}$):

机房外辐射工作人员: $H_c \leq 100 \mu\text{Sv/周}$;

机房外非辐射工作人员： $\dot{H}_c \leq 5 \mu\text{Sv}/\text{周}$ 。

2) 按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,max}$ ($\mu\text{Sv}/\text{h}$)：

人员居留因子 $T > 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 2.5 \mu\text{Sv}/\text{h}$ ；

人员居留因子 $T \leq 1/2$ 的场所： $\dot{H}_{c,max} \leq 10 \mu\text{Sv}/\text{h}$ 。

6.2 安全防护设施和措施要求

6.2.1 放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：

a) 放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；

b) 放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

c) 控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

6.2.2 质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

6.2.3 放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全连锁措施：

a) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门—机/源连锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置；

b) 放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

c) 应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流运输通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

f) 安全连锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台

才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

(3) 《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）

6.1 X 射线设备机房布局

6.1.1 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.2 X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

6.1.5 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、最小单边长度应符合表 2（即表 1-2）的规定。

表 1-2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

设备类型	机房内最小有效使用面积 ^d (m ²)	机房内最小单边长度 ^e (m)
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备 ^b （含 C 形臂）	20	3.5

^b单管头、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。
^d机房内有效使用面积指机房内可划出的最大矩形的面积。
^e机房内单边长度指机房内有效使用面积的最小边长。

6.2 X 射线设备机房屏蔽

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3（即表 1-3）的规定。

表 1-3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

CT 机房（不含头颅移动 CT）CT 模拟定位机房	2.5
---------------------------	-----

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 1-3 的要求。

6.3 X 射线设备机房屏蔽体外剂量水平

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

6.4 X 射线设备工作场所防护

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.7 受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

6.5 X 射线设备工作场所防护用品及防护设施配置要求

6.5.1 每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 1-4 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

6.5.3 除介入防护手套外，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.25mmPb ；介入防护手套铅当量应不小于 0.025mmPb ；甲状腺、性腺防护用品铅当量应不小于 0.5mmPb ；移动铅防护屏风铅当量应不小于 2mmPb 。

表 1-4 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
CT 体层扫描（隔室）	—	—	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套选配：铅橡胶帽子	—
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套选配：铅橡胶帽子	铅悬挂防护屏/铅防护帘、床侧防护帘/床侧防护屏选配：移动铅防护屏风	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套选配：铅橡胶帽子	—

注：“—”表示不作要求。

6.5.4 应为儿童的 X 射线检查配备保护相应组织和器官的防护用品，防护用品和辅助防护设施的铅当量应不小于 0.5mmPb。

6.5.5 个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

(4) 《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）

(5) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）

(6) 《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）

(7) 福建省生态环境厅关于批复漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表的函（闽环辐评〔2025〕1 号）

(8) 辐射剂量管理限值

本次竣工环保验收的直线加速器机房、CT 模拟定位机房和 DSA 机房周围环境与环评阶段一致，各关注点处居留因子与环评阶段一致，根据环评报告及其批复，本次竣工环保验收项目管理目标为：

1) 辐射剂量率管理限值

①1#直线加速器治疗机房墙、顶部、入口门外表面 30cm 处周围剂量当量率参考控制水平见表 1-5。

表 1-5 1#直线加速器治疗机房外关注点剂量率参考控制水平

关注点	位置	周围剂量当量率参考控制水平 \dot{H}_c ($\mu\text{Sv/h}$)
a	机房南墙外表面 30cm 处 (楼梯间及过道)	4.09
b	机房北墙外表面 30cm 处 (2#直线加速器机房)	2.04
l	机房顶部上方外表面 30cm 处 (医院绿化)	10.0
e	机房东墙外表面 30cm 处 (地下停车场)	10.0
m_1 (m_2)	机房顶部上方外表面 30cm 处 (医院绿化)	10.0
d_1 (d_2)	机房北墙外表面 30cm 处, (2#直线加速器机房)	0.51
k	机房迷道外墙外表面 30cm 处 (辅助/水冷机房)	2.50
c_1 (c_2)	机房南墙外表面 30cm 处 (楼梯间及过道)	1.02
f	机房迷道外墙外表面 30cm 处 (控制室)	2.50
g	机房入口防护门外表面 30cm 处 (入口缓冲区)	2.04

②CT 模拟定位机房和 DSA 机房屏蔽体外表面 30cm 处及周围人员可居留处的周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ 。

2) 年受照剂量管理限值

职业人员年有效剂量不超过 5mSv ，公众年有效剂量不超过 0.1mSv 。

表二 项目建设情况

项目建设内容：

1、项目概况

漳州圆山医院原名为漳州九龙江医院，由于医院发展需要，漳州九龙江医院有限公司工商登记名称从 2025 年 6 月 17 日正式变更为漳州圆山医院有限公司（公司名称变更公告见附件 10）。漳州圆山医院坐落于漳州高新区南湖“双创”片区，占地 164.8 亩，总建筑面积 22 万平方米，医院首批开设 36 个临床/医技科室，涵盖肿瘤、肝胆、妇产、神经外科等领域，规划床位 1000 张，一期开放床位 300 张，设计日门诊服务量 5500 人次、急诊服务量 600 人次，致力于打造辐射闽南地区的高水平健康服务枢纽。

为满足患者的就医需求，提升当地和周边区域群众的医疗服务水平，漳州圆山医院开展放射治疗、介入治疗、核医学科等核技术利用项目，具体内容如下：

（一）放射治疗

拟在地下室放疗科建设 3 间直线加速器机房，每间机房使用 1 台医用电子直线加速器（X 射线 $\leq 15\text{MV}$ ，电子线 $\leq 22\text{MeV}$ ），同时配套建设 2 间 CT 模拟定位机房，使用 2 台 CT 模拟定位机。

（二）介入治疗

1、数字减影血管造影机（DSA）

拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设 1 间 DSA 机房，使用 1 台 DSA；拟在门急诊医技楼三楼建设 2 间复合手术室，使用 2 台 DSA 和 2 台移动 CT 机。

2、内镜逆行胰胆管造影机（ERCP）

拟在住院楼二楼内镜中心建设 1 间 ERCP 机房，使用 1 台 ERCP。

（三）核医学科

拟在地下室建设核医学科项目，主要包括核素治疗区域、PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域、衰变间。

1.核素治疗区域

位于核医学科北侧，主要包括使用 Lu-177 开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗；使用 I-131 开展甲癌治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定。核素治疗区域日等效最大操作量为 $3.516\text{E}+9\text{Bq}$ 。

2.PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域

PET/CT 检查区域：拟使用 1 台 PET/CT 机，配套使用 F-18 核素开展医学影像诊断，使用 2 枚 Ge-68 放射源用于校准；SPECT/CT 检查区域：拟使用 1 台 SPECT/CT 机，配套使用 Tc-99m 核素开展显像诊断，使用 Sr-89、Sm-153 核素开展骨转移癌治疗，使用 P-32 非密封放射性物质和 1 枚 Sr-90 放射源开展敷贴治疗。PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域日等效最大操作量为 $4.71E+8Bq$ 。

3.衰变间

衰变间位于核素治疗区域北侧，主要设置 2 套独立的槽式放射性废液衰变池。

本项目的 3 台医用电子直线加速器、3 台 DSA 和 1 台 ERCP 均属 II 类射线装置；2 台 CT 模拟定位机、2 台移动 CT、1 台 PET/CT 机和 1 台 SPECT/CT 机均属 III 类射线装置；核素治疗区域、PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域两个场所均属乙级非密封放射性物质工作场所；2 枚 Ge-68 和 1 枚 Sr-89 放射源均属 V 类放射源。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》等法律法规的规定，漳州圆山医院于 2024 年 12 月委托有资质单位对该项目进行了环境影响评价，并编制了《漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表》（环境影响报告表主要内容见附件 2），并于 2025 年 1 月 3 日取得了福建省生态环境厅的批复（批复文号：闽环辐评〔2025〕1 号），批复文件见附件 2。

医院对项目进行分期建设和安装，本次竣工环保验收时，仅地下室放疗科 1#医用电子直线加速器机房（原环评报告中的 3#直线加速器机房）安装了 1 台医科达的 Elekta Infinity 型医用电子直线加速器（以下简称“直线加速器”），1#CT 模拟定位机房安装了 1 台 Philips CT Big Bore 型 CT 模拟定位机；门急诊医技楼一楼急诊影像科 DSA 机房安装了 1 台 Azurion5 M20 型 DSA 机，其他项目暂未建设或安机。2026 年 4 月 9 日，医院对上述已安装的 1 台直线加速器、1 台 CT 模拟定位机、1 台 DSA 机申领了辐射安全许可证（辐射安全许可证正副本见附件 3），证书编号：闽环辐证[00589]，许可种类和范围：使用 II 类、III 类射线装置；有效期至：2030 年 7 月 24 日。

根据国家有关环保法律法规对建设项目竣工环境保护验收的规定和要求，2026 年 4 月漳州圆山医院有限公司委托江苏辐环环境科技有限公司对该院已建设完成的 1 台直线加速器、1 台 CT 模拟定位机和 1 台 DSA 机进行竣工环境保护验收（委托书见附件 1）。接受委托后，我公司依据环评文件、批复意见，并按照国环规环评〔2017〕4 号要求，对该项目环境影响评价情况、环境保护措施落实情况、环境管理及现场等情况进行了调查，根据现场调查和监测结果，编制完成《漳州圆山医院（原漳州九龙江医

院)核技术利用项目(一期)竣工环境保护验收监测报告表》。

本次竣工环保验收项目基本信息见表2-1,验收内容和环评阶段对照一览表见表2-2。

表 2-1 本次竣工环保验收项目基本信息表

建设单位	漳州圆山医院有限公司		
通讯地址	福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号		
法人代表	戴秋洁	邮编	363000
联系人	文奇伟	联系电话	
项目名称	漳州圆山医院(原漳州九龙江医院)核技术利用项目(一期)		
项目建设地点	福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号		
建设性质	新建		
环评单位	江西省地质局实验测试大队	环评时间	2024 年 12 月
审批部门	福建省生态环境厅	审批时间	2025 年 1 月 3 日
批准文号	闽环辐评(2025)1 号		

表 2-2 环评审批情况和实际建设情况对照一览表

验收内容	环评审批情况	实际建设情况	是否一致
工程规模	<p>1.放射治疗: 拟在地下室放疗科建设 3 间直线加速器机房,每间机房使用 1 台医用电子直线加速器(X 射线$\leq 15\text{MV}$,电子线$\leq 22\text{MeV}$),同时配套建设 2 间 CT 模拟定位机房,使用 2 台 CT 模拟定位机。</p> <p>2.介入治疗: (1)拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设 1 间 DSA 机房,使用 1 台 DSA;拟在门急诊医技楼三楼建设 2 间复合手术室,使用 2 台 DSA 和 2 台移动 CT 机。 (2)拟在住院楼二楼内镜中心建设 1 间 ERCP 机房,使用 1 台 ERCP。</p> <p>3.核医学科: (1)核素治疗区域主要包括使用 Lu-177 开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗;使用 I-131 开展甲癌治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定。核素治疗区域日</p>	<p>1.放射治疗: 1#直线加速器机房已配备 1 台直线加速器,1#CT 模拟定位机房已配备 1 台 CT 模拟定位机。</p> <p>2.介入治疗: 门急诊医技楼一楼急诊影像科 DSA 机房已配备 1 台 DSA 机。</p>	分期验收

	等效最大操作量为 3.516E+9Bq。 (2) PET/CT 检查区域拟使用 1 台 PET/CT 机, 配套使用 F-18 核素开展医学影像诊断, 使用 2 枚 Ge-68 放射源用于校准; SPECT/CT 检查区域: 拟使用 1 台 SPECT/CT 机, 配套使用 Tc-99m 核素开展显像诊断, 使用 Sr-89、Sm-153 核素开展骨转移癌治疗, 使用 P-32 非密封放射性物质和 1 枚 Sr-90 放射源开展敷贴治疗。PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域日等效最大操作量为 4.71E+8Bq。			
本次验收设备技术参数	直线加速器	X 射线能量: 6MV、10MV、15MV, 1m 处最大输出剂量率分别为: 960Gy、1440Gy/h、600Gy/h; 电子线能量: 6MeV~22MeV, 1m 处最大输出剂量率为: 600Gy/h; CBCT 定位系统: 150kV、500mA	X 射线能量: 6MV、10MV、6MV FFF、10MV FFF, 1m 处最大输出剂量率分别为: 6MV/10MV: 360Gy/h, 6MV FFF: 840Gy/h, 10MV FFF: 1320Gy/h; 电子线能量: 6MeV~15MeV, 1m 处最大输出剂量率为: 360Gy/h; CBCT 定位系统: 150kV、500mA	实际参数均未超过环评参数
	CT 模拟定位机	最大管电压: ≤150kV, 最大管电流: ≤1000mA	最大管电压: 140kV, 最大管电流: 665mA	
	DSA 机	最大管电压: ≤125kV, 最大管电流: ≤1000mA	最大管电压: 125kV, 最大管电流: 813mA	
本次验收设备工作场所	直线加速器	地下室放疗科 3#直线加速器机房	地下室放疗科 1#直线加速器机房	位置一致, 场所名称顺序调整
	CT 模拟定位机	地下室放疗科 2#CT 模拟定位机房	地下室放疗科 1#CT 模拟定位机房	
	DSA 机	门急诊医技楼一楼急诊影像科 DSA 机房	门急诊医技楼一楼急诊影像科 DSA 机房	一致

2、地理位置及平面布置

漳州圆山医院位于福建省漳州市漳州高新区圆山大道 999 号, 医院地理位置示意图见附图 1。医院东侧为荔枝海生态保护公园, 南侧为医疗康氧用地及荔枝海生态保护公园, 西侧为西环城路, 北侧为圆山大道, 医院总平面布置及周围环境见附图 2。

医院放疗科位于地下室的东北部, 放疗科三间直线加速器机房由南向北并排建设, 由南向北依次为 1#直线加速器机房、2#直线加速器机房、3#直线加速器机房。放疗科三间直线加速器机房东侧 50m 调查范围地下依次为地下停车场、制冷机房, 地上依次为医院道路和绿化、6#设备用房楼; 南侧 50m 调查范围地下依次为楼梯间和过道、放疗科其他工作场所、地下停车场, 地上依次为医院道路和绿化、2#住院楼; 西

侧 50m 调查范围地下依次为控制室和辅助/水冷机房、放疗科候诊区、下沉庭院和核医学科，地上依次为医院道路和绿化、调解室、1#门诊急诊医技楼；北侧 50m 调查范围地下依次为地下停车场、土层，地上为医院道路和绿化；机房楼上为医院绿化，地下无建筑。本次竣工环保验收的 1#直线加速器机房及周围环境现状见图 2-1。

图 2-1 本次竣工环保验收的 1#直线加速器机房及周围环境现状图

本项目放疗科两间 CT 模拟定位机房由东向西并排建设，由东向西依次为 1#CT 模

拟定位机房、2#CT模拟定位机房。放疗科两间CT模拟定位机房东侧50m调查范围地下依次为过道、楼梯间和风机房等、地下停车场、土层，地上依次为2#住院楼、医院道路和绿化；南侧50m调查范围地下依次为控制廊、放疗科其他工作场所、地下停车场，地上依次为2#住院楼、医院道路和绿化；西侧50m调查范围地下依次为卫生间和楼梯间等、医疗街、餐厅后厨，地上为2#住院楼；北侧50m调查范围地下依次为医疗街、配电间和风机房等、下沉庭院和核医学科，地上依次为医院道路和绿化、调解室；机房楼上为急诊科病房，地下无建筑。本次竣工环保验收的1#CT模拟定位机房及周围环境现状见图2-2。

图 2-2 本次竣工环保验收的 1#CT 模拟定位机房及周围环境现状图

本项目急诊影像科 DSA 机房位于门急诊医技楼一楼，其东侧 50m 调查范围依次为过道和更衣室等、急诊观察室和留观室等，南侧 50m 调查范围依次为控制室、下沉庭院上空、医院道路、2#住院楼，西侧 50m 调查范围依次为急诊影像科其他工作场所、普通体检科工作场所，北侧 50m 调查范围依次为 DSA 辅房、急诊影像科其他工作场所、门诊大厅和药房，机房楼上为更衣室、胃肠机室和高端悬吊 DR 室，地下为药房和医疗街。本次竣工环保验收的急诊影像科 DSA 机房及周围环境现状见图 2-3。

图 2-3 本次竣工环保验收的急诊影像科 DSA 机房及周围环境现状图

医院地下室平面布置示意图见附图 3，2#住院楼一楼平面布置示意图见附图 4，1#门诊医技楼一楼平面布置示意图见附图 5，1#门诊医技楼二楼平面布置示意图见附图 6。

本次竣工环保验收项目周围 50m 调查范围内无居民区、学校等环境敏感点，周围环境保护目标主要是本项目辐射工作人员以及评价范围内医院内的其他医护人员等工作人员、病患及陪同家属等流动人员。本次竣工环保验收项目环境保护目标验收阶段与环评阶段对比表分别见表 2-3、2-4 和 2-5。

表 2-3 1#直线加速器机房验收阶段与环评阶段环境保护目标对比表

环评阶段				验收阶段			是否一致
人员类别	保护目标	方位	距机房距离	保护目标	方位	距机房距离	
辐射工作人员	控制室、辅助/水冷机房	西侧	相邻	控制室、辅助/水冷机房	西侧	相邻	一致
	2#直线加速器机房	北侧	相邻	2#直线加速器机房	北侧	相邻	一致
公众	地下停车场、弱电间	东侧	相邻	地下停车场、弱电间	东侧	相邻	一致
	楼梯间及过道	南侧	相邻	楼梯间、过道	南侧	相邻	一致
	入口缓冲区及放疗科候诊区	西侧	相邻	入口缓冲区及放疗科候诊区	西侧	相邻	一致
	2#直线加速器机房	北侧	相邻	2#直线加速器机房	北侧	相邻	一致
	医院绿化	正上方	相邻	医院绿化	正上方	相邻	一致

表 2-4 1#CT 模拟定位机房验收阶段与环评阶段环境保护目标对比表

环评阶段				验收阶段			是否一致
人员类别	保护目标	方位	距机房距离	保护目标	方位	距机房距离	
辐射工作人员	控制廊	南侧	相邻	控制廊	南侧	相邻	一致
	2#CT 模拟定位机房	西侧	相邻	2#CT 模拟定位机房	西侧	相邻	一致
公众	过道	东侧	相邻	过道	东侧	相邻	一致
	2#CT 模拟定位机房	西侧	相邻	2#CT 模拟定位机房	西侧	相邻	一致
	医疗街	北侧	相邻	医疗街	北侧	相邻	一致
	急诊科病房	正上方	相邻	急诊科病房	正上方	相邻	一致

表 2-5 DSA 机房验收阶段与环评阶段环境保护目标对比表

环评阶段				验收阶段			是否一致
人员类别	保护目标	方位	距机房距离	保护目标	方位	距机房距离	
辐射工作人员	控制室	南侧	相邻	控制室	南侧	相邻	一致
公众	过道	东侧	相邻	过道	东侧	相邻	一致
	MR 设备间	西侧	相邻	MR 设备间	西侧	相邻	一致
	设备间、污物暂存间、缓冲区、换鞋区	北侧	相邻	设备间、污物暂存间、缓冲区、换鞋区	北侧	相邻	一致
	更衣室、肠胃机房、高端悬吊 DR 机房	正上方	相邻	更衣室、肠胃机房、高端悬吊 DR 机房	正上方	相邻	一致
	药房、医疗街	正下方	相邻	药房、医疗街	正下方	相邻	一致

本次竣工环保验收的放疗科 1#直线加速器机房、1#CT 模拟定位机房和急诊 DSA 机房周围保护目标验收阶段时的规模与环评阶段时一致。

3、项目变动情况

(1) 放疗科的直线加速器机房和 CT 模拟定位机房的排列序号进行了调整，三间直线加速器机房由南至北的顺序由 3#直线加速器机房、2#直线加速器机房、1#直线加速器机房改为 1#直线加速器机房、2#直线加速器机房、3#直线加速器机房（具体见图 3-1）；两间 CT 模拟定位机房由东至西的顺序由 2#CT 模拟定位机房、1#CT 模拟定位机房改为 1#CT 模拟定位机房、2#CT 模拟定位机房（具体见图 3-9）。

(2) 1#直线加速器机房北墙主屏蔽的内凸部分宽度环评设计为 5.1m，实际建设为 4.8m，根据《漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表》表 11-1 中计算结果，内凸宽度仅需 3.42m，故 1#直线加速器机房北墙主屏蔽内凸部分宽度由 5.1m 改为 4.8m 后也能够满足 1#直线加速器对主屏蔽宽度的需求。1#直线加速器机房北墙主屏蔽变动情况见图 2-4。



图 2-4 1#直线加速器机房北墙主屏蔽变动情况示意图（单位：mm）

除此之外，本次竣工环保验收项目的性质、地点、工艺、环境保护措施均与环评阶段一致，无变动。对照《关于印发<污染影响类建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办环评函〔2020〕688号文）和《关于印发<核技术利用建设项目重大变动清单（试行）>的通知》（环办辐射函〔2025〕313号）中重大变动清单内容，本次竣工环保验收项目的变动情况不属于重大变动。本项目变动情况与环办辐射函〔2025〕313号重大变动清单对照结果见表 2-6。

表 2-6 本项目变动情况与环办辐射函〔2025〕313号重大变动清单对照结果一览表

序号	环办辐射函〔2025〕313号重大变动清单	与本项目变动情况对照结果
1	由核技术利用建设项目变更其他类别建设项目。	不涉及
2	重新选址。	不涉及
3	调整辐射工作场所位置（包括总平面布置变化）导致调整后评价范围内出现新的环境保护目标。	不涉及

4	放射源类别升高。	不涉及
5	射线装置类别升高。	不涉及
6	非密封放射性物质工作场所级别升高。	不涉及
7	放射源的总活度或放射源数量增加 50%及以上。	不涉及
8	射线装置额定功率或输出剂量率或中子产生率增大 50%及以上。	不涉及
9	放射性核素活度或种类增加导致非密封放射性物质工作场所的日等效最大操作量增加 50%及以上。	不涉及
10	增加新的辐射工作场所。	不涉及
11	生产工艺或使用方式变化导致不利影响加重，含主要工艺装置、配套设备及放射性三废处理设施任何一项变化。	不涉及
12	辐射防护措施改变导致不利影响加重。	不涉及
13	辐射安全联锁系统的联锁方式、联锁逻辑发生改变导致联锁功能减弱。	不涉及
14	非密封放射性物质工作场所功能和布局变化导致增加控制区。	不涉及
15	新增放射性液态流出物排放口或气载流出物排放口。	不涉及

4、辐射安全与防护设施实际总投资

本次竣工环保验收项目实际总投资额约 2853 万元，其中环保投资额 198 万元，环保投资占总投资额约 6.94%。本次竣工环保验收项目辐射安全与防护设施具体环保投资详见表 2-7。

表 2-7 环保投资一览表

序号	本次验收的直线加速器、CT 模拟定位机、DSA 机项目	投资金额 (万元)
1	机房的土建和防护施工（包含铅门等）	86
2	1#直线加速器机房	辐射安全装置和防护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯、门机联锁装置、急停按钮、监控及对讲装置等）
3		通风系统
4		个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核
5	1#CT 模拟定位机房	机房的土建和防护施工（包含辐射防护涂料、铅门、铅玻璃窗等）
6		辐射安全装置和防护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯、对讲装置等）
7		辐射防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖等）
8		通风系统
9		个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核

10	DSA 机房	机房的土建和防护施工（包含辐射防护涂料、铅门、铅玻璃窗等）	40
11		辐射安全装置和防护措施（电离辐射警告标志、工作状态指示灯、对讲装置等）	1
12		辐射防护用品（铅衣、铅帽、铅围脖、铅手套等）	3
13		通风系统	2
14		个人剂量监测、职业健康体检、辐射安全与防护考核	8
15	辐射监测仪器		5
16	辐射安全规章制度上墙、环境影响评价、竣工环保验收		10
合计			198

源项情况：

1、辐射污染源

(1) X 射线

直线加速器以 X 射线模式运行时，从加速器电子枪里发出来的电子束，在加速管内经加速电压加速，轰击到钨金靶上，产生 X 射线。本次竣工环保验收的直线加速器 X 射线能量最大为 10MV，配套自带的 CBCT 定位系统 X 射线最大能量为 150kV，由于 X 射线的贯穿能力极强，未完全屏蔽的情况下会对工作人员、公众及周围环境造成辐射影响。本次竣工环保验收的直线加速器 X 射线最大能量为 10MV，在 10MV FFF 下 1m 处的 X 线吸收剂量率为 $1.32 \times 10^9 \mu\text{Sv/h}$ ，自带的 CBCT 定位系统 1m 处的 X 线吸收剂量率远小于直线加速器。

由 CT 模拟定位机和 DSA 机的工作原理可知，X 射线是随机器的开关而产生和消失。在非诊疗状态下不产生 X 射线，只有在开机处于出线状态时才会发出 X 射线。因此，在开机期间，X 射线为污染环境的主要因子，CT 模拟定位机的 X 射线最大能量为 140kV，DSA 机的 X 射线最大能量为 125kV。

(2) 电子束

当加速器按电子束模式运行时，从电子枪里发出来的电子束经加速管加速后直接从加速管引出用于治疗病人。产生的电子属初级辐射，贯穿物质时受物质库仑场的影响，贯穿深度有限。加速器在运行时产生的高能电子束，因其贯穿能力远弱于 X 射线，在 X 射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。因此，在加速器电子束治疗时间时，电子线对周围环境辐射影响小于 X 射线治疗。

(3) 中子

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）、《放射治疗放射防护

要求》（GBZ 121-2020），本次竣工环保验收的直线加速器无需考虑中子屏蔽。

（4）感生放射性

根据《医用电子直线加速器感生放射性的测量和分析》，X射线能量为10MV的直线加速器在停止出束后，加速器机头和摆位处仍有辐射剂量，会对停机后进入机房摆位的医生产生一定的辐射影响，但该辐射剂量逐渐减弱，约在5min左右回到本底水平，可不考虑感生放射性废靶件等；加速器机房内空气活化产生的放射性核素大部分半衰期都小于1分钟，长半衰期的核素产生率很低，这些放射性气体在空气中存在的时间较短，且本次竣工环保验收的直线加速器X射线能量不超过10MV，机房内活化产生的放射性气体较少，可不考虑感生放射性气体；加速器冷却系统采用去离子蒸馏水，内循环使用，冷却水中被活化而形成的放射性核素主要是¹⁵O和¹³N，它们的半衰期分别为2.1min和10min，很短的时间其活度就可衰减到可忽略的水平，且本次竣工环保验收的直线加速器X射线能量不超过10MV，冷却水被活化产生的放射性核素活度较低，可不考虑感生放射性废水。

（5）放射性固体废物

本次竣工环保验收的直线加速器内循环冷却水中使用离子交换树脂，可吸附循环冷却水中的放射性感生核素。另外，靶物质经长期照射后，也可积累一定数量的感生放射性核素。因此，退役的废靶和废离子交换树脂作为放射性固体废物进行处置。

2、非辐射污染源

项目运行期产生的废气主要为直线加速器、CT模拟定位机、DSA机在运行过程中，产生的高能X射线、电子束使机房内空气发生电离，产生少量的臭氧和氮氧化物。

3、射线装置技术参数

本次竣工环保验收的直线加速器、CT模拟定位机和DSA机技术参数分别见表2-8、表2-9和表2-10。

表 2-8 本次验收的直线加速器技术参数表

技术参数项目	技术参数
装置名称	医用电子直线加速器
设备型号	Elekta Infinity
出厂编号	109619
生产厂家	Elekta

数量	1 台
类别	II 类射线装置
加速器粒子	电子
X 射线能量	6MeV、10MeV、6MeV FFF、10MeV FFF
X 射线剂量率范围	6MV/10MV: 600MU/min; 6MV FFF: 1400MU/min; 10MV FFF: 2200MU/min
电子线剂量率范围	0~360Gy/h
X 射线照射野	0cm×0cm 至 40cm×40cm (SSD=100cm)
X 射线泄漏率	≤0.1%
机架旋转角度	0~360°
等中心高度	124cm
加速器调强功能	具有静态调强及动态调强功能
CBCT 功能	具有 (150kV, 500mA)
所在场所	1#直线加速器机房

表 2-9 本次验收的 CT 模拟定位机技术参数表

技术参数项目	技术参数
装置名称	X 射线计算机体层摄影设备
设备型号	Philips CT Big Bore
出厂编号	766145
生产厂家	飞利浦医疗 (苏州) 有限公司
数量	1 台
类别	III 类射线装置
主要参数	140kV, 665mA
所在场所	1#CT 模拟定位机房

表 2-10 本次验收的 DSA 机技术参数表

技术参数项目	技术参数
装置名称	血管造影用 X 射线装置
设备型号	Azurion5 M20
出厂编号	630
生产厂家	飞利浦医疗系统荷兰有限公司

数量	1 台
类别	II 类射线装置
主要参数	125kV, 813mA
所在场所	门急诊医技楼一楼急诊影像科 DSA 机房

工程设备与工艺分析：

1、工程设备

医用直线加速器结构单元主要为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。医院购置的直线加速器是目前国际上先进的放疗设备之一，该设备具有全新数字化控制平台、在线四维 CBCT 图像引导及呼吸运动管理系统、Agility 精确治疗机头、Monaco 治疗计划系统、六维治疗床等先进性能，可实现治疗过程中对患者肿瘤及周围正常器官进行实时监控，并根据器官位置变化调整加速器的瞄准系统使射线紧紧“追随”肿瘤靶区，确保将杀灭肿瘤射线的照射准确度成倍提高，从而使肿瘤受到致死打击的同时大幅度减少正常器官照射，降低放疗不良反应的产生；该设备在射线能量为 10MV 下拥有 FFF 模式（Flattening Filter-Free 非均整模式），可使放疗剂量率达到 2200MU/min，较低能量、超高剂量率、高精度多叶光栅和精准清晰的影像引导的有机结合，可大大加快治疗速度、有效缩短治疗时间；高精度六维床可在上下、左右、前后、倾斜、俯仰、旋转六个方向上校准治疗位，极大的提高了治疗的精确度。本次验收的 Elekta Infinity 型直线加速器实物见图 2-5。

图 2-5 本次验收的 1#直线加速器机房内 Elekta Infinity 型直线加速器实物图

CT 模拟定位机主要由 CT 扫描机、外置激光定位系统及模拟定位软件组成，其中 CT 扫描机包括扫描架（装有 X 线球管、滤线器、准直器、参考探测器、探测器及各种电子线路等）、检查床、X 线高压发生器等组成。本次验收的 Philips CT Big Bore 型 CT 模拟定位机 2-6。

图 2-6 本次验收的 1#CT 模拟定位机房内 Philips CT Big Bore 型 CT 模拟定位机实物图

DSA 是数字减影血管造影的简称，是利用计算机处理数字化的影像信息，以消除骨骼和软组织影的减影技术，是新一代血管造影的成像技术，是影像医学、临床医学、计算机技术结合而发展起来的边缘科学技术。DSA 机主要由高压发生器、X 射线管、探测器、计算机系统、导管床和专用机架等部件组成。本次验收的 Azurion5 M20 型 DSA 机实物见图 2-7。

图 2-7 本次验收的急诊 DSA 机房内 Azurion5 M20 型 DSA 机实物图

2、工作方式

本次验收的直线加速器、CT 模拟定位机和 DSA 机均配套有相应的机房和控制室，控制室与机房分开设置。对于直线加速器，辐射工作人员在控制室内通过控制直线加速器系统操作开展放射治疗，采取隔室操作的工作方式。对于 CT 模拟定位机，辐射工作人员在控制室内通过计算机系统操作 CT 模拟定位机开展模拟定位扫描，采取隔室操作的工作方式。对于 DSA 机，在进行曝光时可分为减影和透视两种情况，减影是操作技师采取隔室操作的方式，即操作技师在控制室内对病人进行曝光，医生通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流；透视是病人需进行介入手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，并采用连续脉冲透视，此时操作医师位于铅帘后身着铅服、铅眼镜在机房内对病人进行直接的介入手术操作。

3、工作原理

(1) 直线加速器

放疗是癌症三大治疗手段之一。是用各种不同能量的射线照射肿瘤，以抑制和杀灭癌细胞的一种治疗方法。放疗可单独使用，也可与手术、化疗等配合，作为综合治疗的一部分，以提高癌症的治愈率。在手术前先作一段放疗使肿瘤体积缩小些，便可使原来不能手术的患者争取到手术的机会。对晚期癌症则可通过姑息性放疗达到缓解压迫、止痛等效果。放疗可分为根治性放疗和姑息性放疗二种。前者剂量较大，照射较彻底，适用于较早期及部分晚期患者，以消灭原发灶、手术后可能的残余灶以及某些转移灶。后者适用于晚期患者，多属权宜之计。根据耐受情况给予剂量，以达改善症状，减轻痛苦、延长生命之效。个别也可达到根治的效果。

医用直线加速器是一种先进的放疗设备，本次竣工环保验收的直线加速器最大能量为 10MV，其有两种治疗模式：①电子束治疗模式，当直线加速器按电子束模式运行时，从电子枪里发出来的电子束经加速管加速后直接从加速管引出用于治疗病人，电子线到达预定部位后能量迅速下降，因而能大大减少射线对病变后面正常组织的危害，特别适于体表或靠近体表的各种肿瘤，例如，采用电子线治疗乳腺癌，肺部及心脏；②X 线治疗模式，电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，通过 2cm 左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能 X 线，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的 X 线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶实现治疗目的。本次竣工环保验收的直线加速器内部结构示意图见图 2-8。

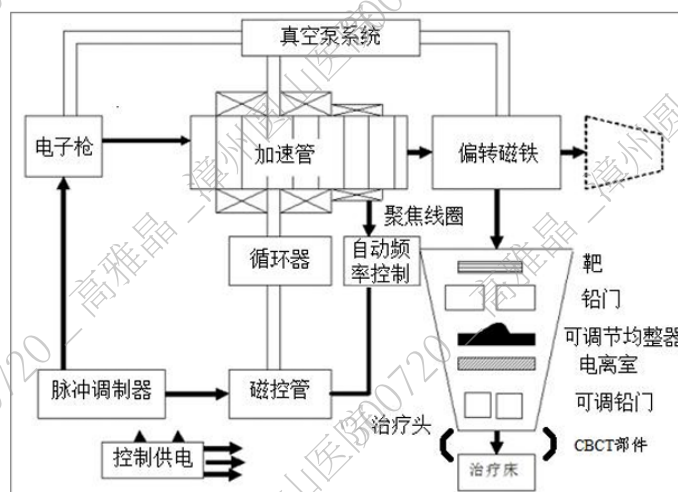


图 2-8 直线加速器结构示意图

(2) CT 模拟定位机

CT 模拟定位机是由 X 射线球管产生 X 射线，出束时球管绕受检部位做圆周运动，扫描电压通常在 80~140kV。由于设备有自身屏蔽，故机房内主要是散漏射线。CT 模拟定位机可以看作是诊断性 CT 机与传统 X 射线模拟机的有机结合。CT 模拟定位机就是以 CT 为基础的模拟定位系统，CT 模拟定位系统由一台 CT 扫描机、一套虚拟定位及计划系统和一套三维（或四维）移动激光射野模拟系统三部分组成。三大部分通过数据传输系统在线连接。CT 模拟定位机不仅可以像诊断性 CT 机一样为治疗计划系统提供高质量的横断面 CT 影像资料，帮助临床医生精确勾画出肿瘤靶区及危险器官的轮廓，进而帮助计算机计划系统进行组织不均匀性校正，提高剂量计算的准确性；还能够借助复杂的计算机软件，将计划设计的照射野三维空间分布结果重叠在 CT 重建的病人解剖资料之上，在相应的激光定位系统的辅助下实现对治疗条件的虚拟模拟。CT 模拟定位机综合了部分影像系统、计划设计系统和传统 X 射线模拟机的功能。本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机结构示意图见图 2-9。

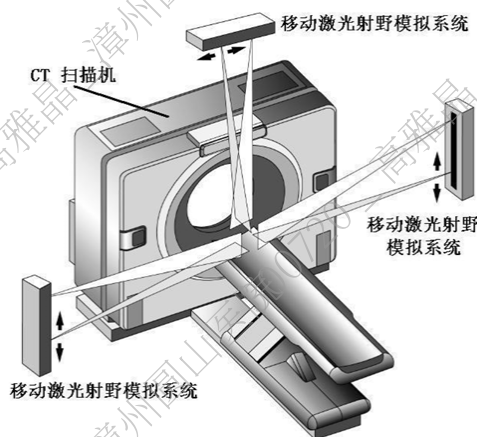


图 2-9 CT 模拟定位机结构示意图

(3) DSA 机

本项目 DSA 机主要由机架、导管床、高压发生器、X 线球管、平板探测器、电视摄像系统、影像数字处理系统、图像显示、自带屏蔽设施（如铅防护帘或者铅玻璃防护屏）和外部数据存储等部分组成。产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成。X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚焦成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击，高电压加在 X 射线球管的两极之间，供电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。本次竣工环保验收的 DSA 机设备结构图见图 2-10。

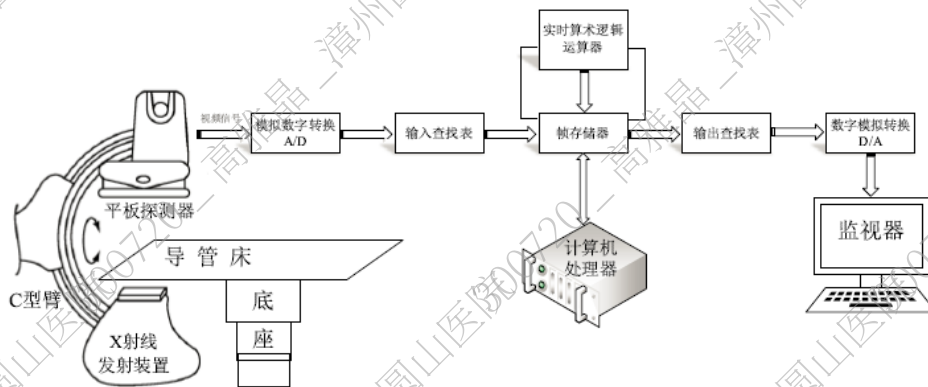


图 2-10 DSA 机设备结构图

4、工作流程

(1) CT 模拟定位机模拟定位的基本流程为：

- ①病人经医生诊断判断后，确定需要模拟定位的病人与科室预约登记；
- ②受检者按约定时间在候诊区准备和等候；
- ③检查室内在科室医生的指导下正确摆位，在医护人员的指导下进行摆位并配合正确使用个人防护用品；
- ④医生进行隔室操作，利用模拟定位设备进行扫描；
- ⑤检查结束离开检查室。

CT 模拟定位机工作流程及产污环节图见图 2-11。

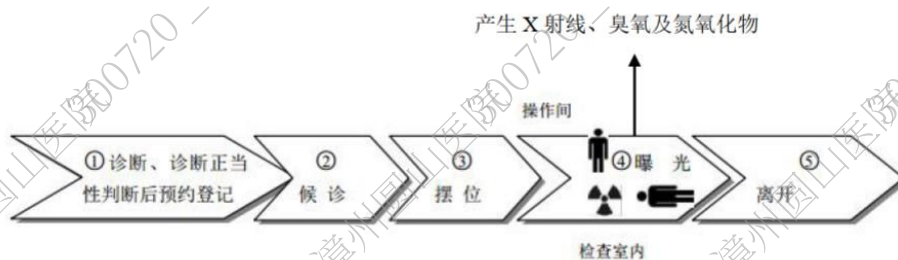


图 2-11 CT 模拟定位机工作流程及产污环节图

(2) 直线加速器进行肿瘤放射治疗的基本流程为:

- ①根据医生指导意见，需要接受放射治疗的患者提前预约登记，确定治疗时间；
- ②根据预约时间，病人需先配合进行模具制作；
- ③预约病人携带好模具，在模拟定位设备上上进行肿瘤定位，确定肿瘤的位置和形状，定位操作过程类似于 X 射线影像诊断，工作人员隔室操作；
- ④确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医生给出的治疗剂量和靶区，通过治疗计划系统（TPS）制定治疗计划，该过程通常在电脑上完成，并将患者的计划移植到模体上进行，测量模体某一位置或者某一深度内的平面剂量是否与计划里的剂量一致；
- ⑤肿瘤病人在模拟定位完成后，需根据医嘱在指定时间段前进行放射治疗；
- ⑥肿瘤病人摆位前，工作人员对病人姓名、性别、就诊号等相关信息进行核对，在技术人员的协助下，依据计划在治疗床上进行摆位，并验证其位置与治疗计划设计的位置是否一致，从而确定照射位置，每位病人的摆位时间平均约 2min，该过程在治疗机房治疗床上完成；
- ⑦摆好位后工作人员撤离机房进入加速器控制室，利用加速器上的 CBCT 对患者进行肿瘤位置验证，在确定所有安全措施到位后，启动加速器进行照射；
- ⑧照射完毕后，工作人员协助病人离开机房，为下次照射做准备。

直线加速器工作流程及产污环节见图 2-12。

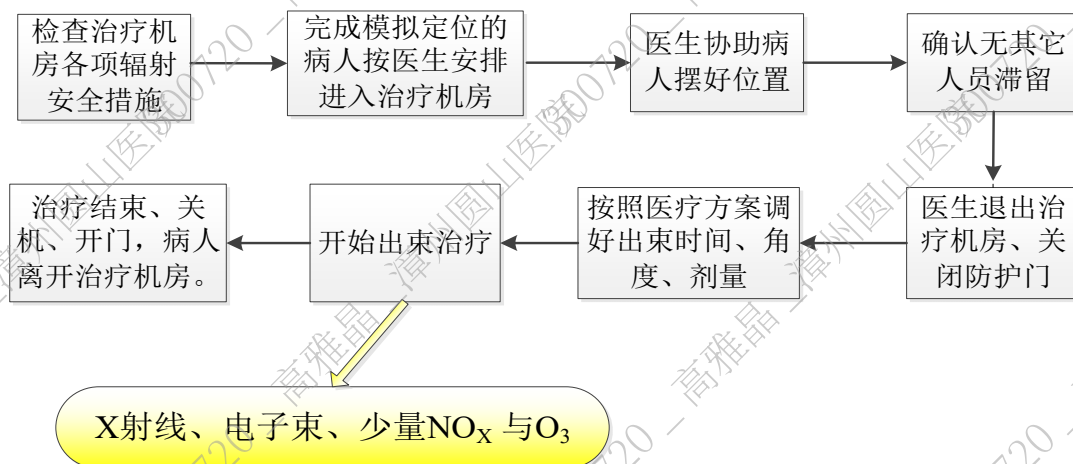


图 2-12 直线加速器工作流程及产污环节图

(3) DSA 机放射诊断和介入治疗的基本流程为:

- ①病人候诊、准备、检查：由主管医生写介入诊疗申请单；介入接诊医师检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁忌症后完善术前检查和预约诊疗时间；

②向病人告知可能受到的辐射危害：介入主管医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等；

③设置参数，病人进入机房、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入机房并进行摆位；

④根据不同的治疗方案，完成介入手术或检查；

⑤治疗完毕关机：手术医师应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片；对单纯接受介入造影检查的病人，手术医师应在 24 小时内将诊断报告写出由病人家属取回，交病房保管。

本项目 DSA 机工作流程及产污环节图见图 2-13。

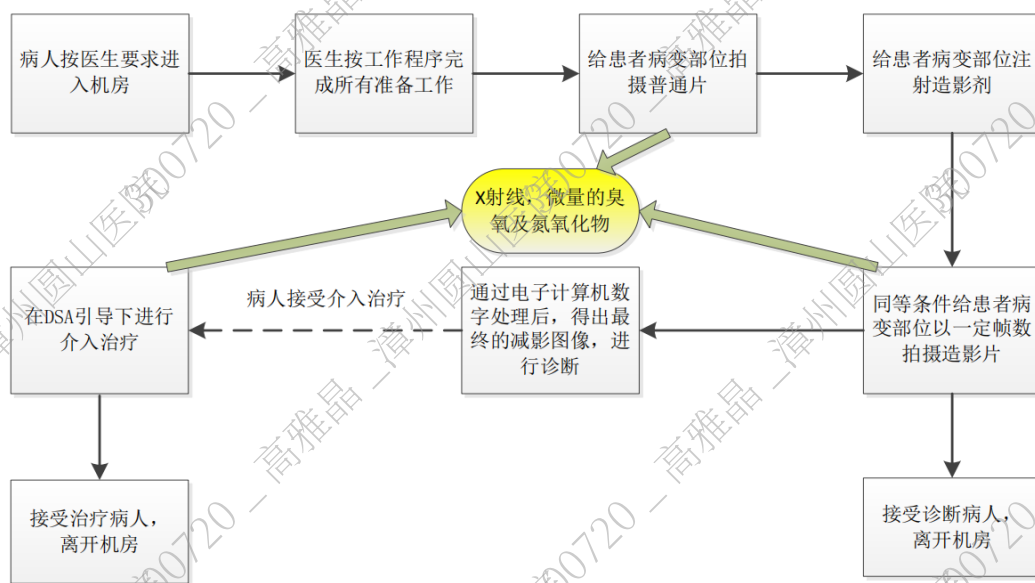


图 2-13 DSA 机工作流程及产污环节图

5、人员配置及工作时间

根据医院提供资料，医院为本次竣工环保验收的 1 台直线加速器和 1 台 CT 模拟定位机配备辐射工作人员 9 名，包括医师 2 人，物理师 2 人，技师 4 人，护士 1 人；1 台 DSA 机配备 10 名辐射工作人员，包括医师 8 人、技师 1 人、护士 1 人。不同设备工作时间如下所示：

(1) 直线加速器：每天治疗 50 人次，每周工作 5d，每年工作 50 周。其中常规放射治疗量约占 1/10，调强放射治疗量约占 9/10。常规放射治疗患者治疗照射时间平均为 2min，调强放射治疗患者治疗照射时间平均为 5min，则周治疗照射时间为 19.58h，年治疗照射时间为 979h。摆位时间平均 3min/人次，则平均周摆位时间为

12.5h，年摆位时间为 625h。

(2) CT 模拟定位机：年定位扫描人数约为 7500 人，人均出束时间为 30s/人次，年最大出束时间为 62.5h。

(3) DSA 机：年手术量约为 600 台，手术医师分为 4 组，每组手术医师年手术量最多不超过 300 台，技师和护士年手术量最多不超过 600 台，每台手术减影时间最大 3min，透视时间 20min，DSA 机辐射工作人员工作负荷见表 2-11。

表 2-11 DSA 机辐射工作人员工作负荷一览表

人员类型	工作状态	每台手术最长曝光时间	年最大手术量	年最大曝光时间	
手术医师	减影	3min	300 台	15h	115h
	透视	20min		100h	
技师、护士	减影	3min	600 台	30h	230h
	透视	20min		200h	

表三 环境保护设施

辐射安全与防护设施/措施:

1.1 直线加速器

1、工作场所布局与分区

(1) 工作场所布局

本次竣工环保验收的直线加速器工作场所设置有治疗机房以及控制室、辅助/水冷机房，治疗机房与控制室、辅助/水冷机房分开设置，控制室避开有用线束照射区域，治疗机房迷道采用“L”型迷道，有用线束不向迷道照射，仅向南墙、北墙、屋顶及地面照射，本次竣工环保验收的直线加速器工作场所的布局符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中相关要求及《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）中治疗装置控制室应与治疗机房分离的规定以及《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗机房应设置迷路等规定，布局合理。

(2) 工作场所分区

医院将直线加速器治疗机房划为控制区，在治疗机房入口处设置电离辐射警告标志，出束期间除病人外禁止任何人员进入；将直线加速器的控制室和辅助/水冷机房、缓冲区、周围的弱电间和配电间以及机房墙体外表面 30cm 的区域划为监督区，在监督区边界设置监督区标识，出束期间禁止无关人员进入，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）有关辐射工作场所的分区规定。本次竣工环保验收的直线加速器工作场所辐射防护分区示意图见图 3-1。

本次竣工环保验收的直线加速器工作场所的布局和分区与环境影响评价文件及批复一致，满足相关环保要求。



图 3-1 本次竣工环保验收的直线加速器工作场所辐射防护分区示意图

2、屏蔽防护设施

根据建设单位提供资料和对已竣工机房的现场核实，本次竣工环保验收的直线加速器机房屏蔽防护设施与环评设计方案基本一致，机房采用的混凝土均一次整体浇筑，机房防护门与墙体搭接宽度不小于门缝间距的 10 倍，屏蔽防护设施具体情况如表 3-1 所示，直线加速器机房结构示意图见附图 7。

表 3-1 本次竣工环保验收的直线加速器机房的屏蔽防护参数一览表

机房名称	屏蔽体	环评设计方案	现场情况核实与评价	
1#直线加速器机房	东墙	170cm 厚混凝土	与环评一致，符合要求	
	南墙	主屏蔽	300cm 厚混凝土，内凸宽度 4.8m	与环评一致，符合要求
		次屏蔽	170cm 厚混凝土	与环评一致，符合要求
	西墙	迷路内墙：50cm~150cm 厚混凝土 迷路外墙：150cm~50cm 厚混凝土	与环评一致，符合要求	
	北墙	主屏蔽	300cm 厚混凝土，内凸宽度 5.1m， 外凸宽度 4.8m	内凸宽度为 4.8m，其他与环评一致，经变动论证，变更后也符合要求
		次屏蔽	170cm 厚混凝土	与环评一致，符合要求
	天棚	主屏蔽	300cm 厚混凝土，内凸宽度 4.8m	与环评一致，符合要求
		次屏蔽	210cm 厚混凝土	与环评一致，符合要求
	底板	土层	与环评一致，符合要求	
	防护门	内衬 20mm 厚铅板+11cm 含硼聚乙烯 (5%硼)	与环评一致，符合要求	

注：混凝土密度为 2.35g/cm^3 ，铅密度为 11.34g/cm^3 。

3、放射防护设施和措施

(1) 电离辐射警告标志和工作状态指示灯

直线加速器机房防护门上设置电离辐射警告标志，在防护门门楣处设置工作状态指示灯，工作状态指示灯与直线加速器联锁。

经现场核验，工作状态指示灯正常可用。电离辐射警告标志和工作状态指示灯见图 3-2。

图 3-2 电离辐射警告标志和工作状态指示灯

(2) 视频监控及对讲系统

直线加速器机房内和迷道处安装有监控摄像头，保证监控视野覆盖整个机房和迷道区域，显示器位于控制室内，在治疗过程中医务人员可以实时观察患者状态、机房内和迷道区域情况；控制室与机房之间安装语音对讲装置，以便医务人员和患者之间进行双向交流，防止意外情况的发生。

图 3-3 视频监控及对讲系统

(3) 固定式辐射剂量监测仪

直线加速器机房迷道内口处安装有固定式辐射剂量监测探头，其显示单元设置在控制室内并有报警功能，可实时监测机房内辐射水平。

经现场核验，固定式辐射剂量监测系统正常可用。固定式辐射剂量监测系统见图 3-4。

图 3-4 固定式辐射剂量监测系统

(4) 门机联锁装置

直线加速器机房的防护门设置有门机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束照射，出束状态下开门停止出束。

经现场核验，门机联锁装置正常可用。门机联锁装置见图 3-5。

图 3-5 门机联锁装置

(5) 急停按钮

控制室内墙面、机房内四周墙面、迷道内合适位置共安装有 7 个急停按钮，并设置标签，标明使用方法，设备治疗床上也带有急停按钮，按下任一处急停按钮后立即停止出束，急停按钮按下后需要手动复位。

经现场核验，急停按钮正常可用。急停按钮见图 3-6。



图 3-6 急停按钮

(6) 紧急开门按钮和防夹装置

直线加速器机房的防护门为电动门，防护门内侧人员易接触的位置安装有紧急开门按钮，在事故状态下人员逃逸至迷道内可通过该按钮开启防护门，实现紧急逃逸，且防护门安装有红外防夹装置。

经现场核验，紧急开门按钮和防夹装置正常可用。紧急开门按钮和防夹装置见图 3-7。

图 3-7 紧急开门按钮和防夹装置

(7) 电缆沟

机房与控制室操作台之间的各种电缆管线以地沟形式在地坪以下部位布设，从地坪下方以“U”字型及斜穿墙穿越墙体引自控制室，通过电缆沟和下沉地面穿越屏蔽墙的设计使射线多次折返，增加漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。电缆沟见图 3-8。

图 3-8 电缆沟

本次竣工环保验收的直线加速器工作场所已采取的辐射安全与防护措施符合环境影响评价文件及批复要求，能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中辐射安全相关要求和开展本次竣工环保验收项目的辐射安全需要。

1.2 CT 模拟定位机

1、工作场所布局与分区

(1) 工作场所布局

本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机工作场所设置有单独的机房和控制廊，CT 模拟定位机工作场所满足使用 CT 模拟定位机的布局要求；CT 模拟定位机房内最小有效使用面积约为 46.74m²，最小单边长度为 5.7m，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求”、“CT 机房最小有效使用面积应不小于 30m²、最小单边长度应不小于 4.5m”等标准的要求，布局合理。

(2) 工作场所分区

医院将 CT 模拟定位机房划为控制区，在控制区入口处设置电离辐射警告标志，工作期间禁止除患者外的其他人员进入；将控制廊及机房墙体外表面 30cm 的区域划为监督区，在入口处设置监督区标识，出束期间禁止无关人员进入。本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机工作场所控制区和监督区划分明确，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。CT 模拟定位机工作场所辐射防护分区示意图见图 3-9。

本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机工作场所的布局和分区与环境影响评价文件及批复一致，满足相关环保要求。

图 3-9 CT 模拟定位机工作场所辐射防护分区示意图

2、屏蔽防护设施

根据建设单位提供资料和对已竣工机房的现场核实，本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机房屏蔽防护设施与环评设计方案一致，机房四周屏蔽墙采用实心砖加硫酸钡水泥，顶部为钢筋混凝土浇筑，机房防护门与墙体搭接宽度不小于门缝间距的 10 倍，屏蔽防护设施具体情况如表 3-2 所示。

表 3-2 本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机房的屏蔽防护参数一览表

机房名称	屏蔽体	环评设计方案	现场情况核实	标准要求	评价
1#CT 模拟定位机房	四周墙体	300mm 厚实心砖墙+2mmPb 硫酸钡涂料（约 4.3mmPb）	与环评一致	≥2.0mmPb	符合要求
	顶部	250mm 厚混凝土+1mmPb 硫酸钡涂料（约 3.9mmPb）	与环评一致		符合要求
	防护门	4mmPb	与环评一致		符合要求
	观察窗	4mmPb	与环评一致		符合要求

注：混凝土密度为 2.35g/cm³，实心砖密度为 1.65t/m³；硫酸钡水泥密度为 3.5g/cm³。

3、放射防护设施和措施

(1) 电离辐射警告标志和工作状态指示灯

CT 模拟定位机房防护门上设置有电离辐射警告标志，机房防护门上方设置有工作状态指示灯，灯箱处设“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且能与机房门有效联动。

经现场核验，工作状态指示灯正常可用。电离辐射警告标志和工作状态指示灯

见图 3-10。

图 3-10 电离辐射警告标志和工作状态指示灯

(2) 自动闭门装置与防夹装置

CT 模拟定位机房患者通道防护门为电动推拉门，防护门安装有红外防夹装置；医护通道防护门为手动平开门，设置有自动闭门装置。

经现场核验，防夹装置和自动闭门装置正常可用。防夹装置和自动闭门装置见图 3-11。

图 3-11 防夹装置和自动闭门装置

(3) 急停按钮和对讲装置

CT 模拟定位机表面显眼位置及控制室操作台上均设置急停按钮，在出现紧急情况下，按下急停按钮，可以切断设备电源，X 射线停止出束。机房内设置对讲装置，方便工作人员与病人交流。

经现场核验，急停按钮和对讲装置正常可用。急停按钮和对讲装置见图 3-12。

图 3-12 急停按钮和对讲装置

(4) 观察窗与视频监控系统

CT 模拟定位机房设置有观察窗，同时设置有视频监控系统，显示器位于控制室操作台处，可便于工作人员观察到受检者状态和防护门开闭情况。

经现场核验，视频监控系统正常可用。观察窗与视频监控系统见图 3-13。

图 3-13 观察窗与视频监控系统

(5) 个人防护用品和辅助防护设施

CT 模拟定位机房已配备的个人防护用品和辅助防护设施与《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相应的要求对照表见表 3-3。个人防护用品见图 3-14。

表 3-3 配备的个人防护用品和辅助防护设施与标准要求对照表

使用 机房	使用 人员	项目配备防护用品			标准要求	评价
		防护用品类型	铅当量 (mmpb)	数量 (件/副)		
1#CT 模拟 定位 机房	患者	分体式铅衣	0.5	4	工作人员： 受检者：个人防护用 品：铅橡胶性腺防护 围裙（方形）或方	符合
		铅围脖		4		
		铅帽		4		

	成人防护方巾	1	巾、铅橡胶颈套；选配：铅橡胶帽子。 陪检者：至少配备铅橡胶防护衣。
	成人防辐射围脖	1	
	成人防辐射帽	1	
	儿童防护方巾	1	
	儿童防辐射围脖	1	
	儿童防辐射帽	1	
	一体式铅衣	1	

图 3-14 个人防护用品

本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机工作场所已采取的辐射安全与防护措施符合环境影响评价文件及批复要求，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中辐射安全相关要求和开展本项目的辐射安全需要。

1.3 DSA 机

1、工作场所布局分区

(1) 工作场所布局

本次竣工环保验收的 DSA 机工作场所设置有单独的机房和控制室，DSA 机工作场所满足使用 DSA 机的布局要求；DSA 机房内最小有效使用面积约为 43.96m²，最小单边长度为 5.16m，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求”、“单管头 X 射线设备机房最小有效使用面积应不小于 20m²、最小单边长度应不小于 3.5m”等标准的要求，布局合理。

(2) 工作场所分区

医院将 DSA 机房划为控制区，在控制区入口处设置电离辐射警告标志，工作期间禁止除介入医师和患者外的其他人员进入；将控制室、设备间、污物暂存间、缓冲区、换鞋区以及东墙和西墙外表面 30cm 的区域划为监督区，在入口处设置监督区标识，出束期间禁止无关人员进入。本次竣工环保验收的 DSA 机工作场所控制区和监督区划分明确，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）第 6.4 款中有关辐射工作场所的分区规定。DSA 机工作场所辐射防护分区示意图见图 3-15。

图 3-15 DSA 机工作场所辐射防护分区示意图

本次竣工环保验收的 DSA 机工作场所的布局 and 分区与环境影响评价文件及批复一致，满足相关环保要求。

2、屏蔽防护设施

根据建设单位提供资料和对已竣工机房的现场核实，本次竣工环保验收的 DSA 机房屏蔽防护设施与环评设计方案一致，机房四周屏蔽墙采用实心砖加硫酸钡水泥，顶部和底部为钢筋混凝土浇筑加硫酸钡水泥，机房防护门与墙体搭接宽度不小于门缝间距的 10 倍，屏蔽防护设施具体情况如表 3-4 所示。

表 3-4 机房屏蔽铅当量与标准建议铅当量对照表

机房名称	屏蔽体	环评设计情况	现场实际情况	标准要求/	评价
急诊 DSA 机房	四周墙体	240mm 厚实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡涂料 (相当于 5.27mmPb)	240mm 厚实心砖墙 +3mmPb 硫酸钡涂料 (相当于 5.3mmPb)	≥2.0mmPb	与环评一致，满足标准要求
	底板	120mm 厚混凝土 +2mmPb 硫酸钡涂料 (相当于 3.44mmPb)	120mm 厚混凝土 +2mmPb 硫酸钡涂料 (相当于 3.44mmPb)		
	顶部	120mm 厚混凝土 +2mmPb 硫酸钡涂料 (相当于 3.44mmPb)	120mm 厚混凝土 +2mmPb 硫酸钡涂料 (相当于 3.44mmPb)		
	防护门	4mmPb	4mmPb		
	观察窗	4mmPb	4mmPb		

注：混凝土密度为 2.35g/cm³，实心砖密度为 1.65t/m³，硫酸钡水泥密度为 3.5g/cm³。

3、辐射安全与防护措施

(1) 电离辐射警告标志和工作状态指示灯

DSA 机房外层患者通道防护门旁侧设置有电离辐射警告标志，内层患者通道防护门上方设置有工作状态指示灯，灯箱处设“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句，且能与机房门有效联动。

经现场核验，工作状态指示灯正常可用。电离辐射警告标志和工作状态指示灯见图 3-16。

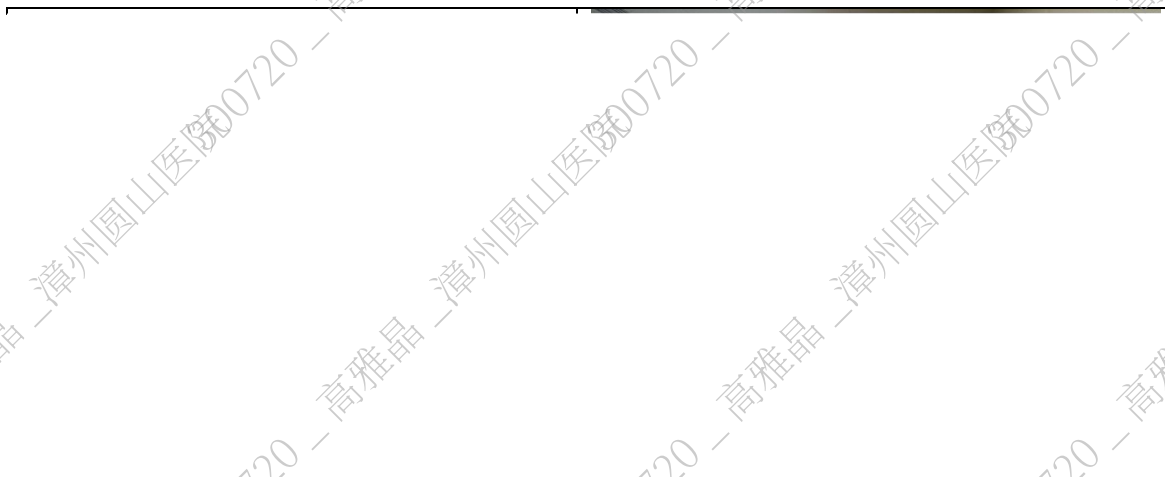


图 3-16 电离辐射警告标志和工作状态指示灯

(2) 防夹装置和自动闭门装置

DSA 机房患者通道防护门和东侧医护通道防护门为电动推拉门，防护门安装有红外防夹装置；其他各侧防护门为手动平开门，设置有自动闭门装置。

经现场核验，防夹装置和自动闭门装置正常可用。防夹装置和自动闭门装置见图 3-17。

图 3-17 防夹装置和自动闭门装置

(3) 观察窗及对讲装置

DSA 机房设置有观察窗，便于工作人员观察患者状态及防护门开闭情况。机房内设置有对讲装置，方便工作人员与病人交流。

经现场核验，对讲装置正常可用。观察窗及对讲装置见图 3-18。

图 3-18 观察窗及对讲装置

(4) 个人防护用品和辅助防护设施

DSA 机房已配备的个人防护用品和辅助防护设施与《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中相应的要求对照表见表 3-5。个人防护用品见图 3-19。

表 3-5 配备的个人防护用品和辅助防护设施与标准要求对照表

机房名称	使用人员	项目配备防护用品			标准要求	评价
		防护用品类型	铅当量 (mmpb)	数量 (件/副)		
急诊 DSA 机房	工作人员	一体式铅衣	0.5	6	个人防护用品： 铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼镜、介入防护手套；选配： 铅橡胶帽子 辅助防护设施： 铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/床侧防护屏；选配：移动铅防护屏风	符合
		防辐射围脖	0.5	6		
		防辐射铅帽	0.5	6		
		铅防护眼镜	0.5	6		
		介入防护手套	0.025	4		
		铅悬挂防护屏	0.5	1		
		床侧防护帘	0.5	1		
	移动铅防护屏风（三联）	2.0	1			
受检者	成人防护方巾	0.5	1	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套、选配：铅橡胶帽子		
	成人防辐射围脖	0.5	1			
	成人防辐射帽	0.5	1			
	儿童防护方巾	0.5	1			
	儿童防辐射围脖	0.5	1			
	儿童防辐射帽	0.5	1			

图 3-19 个人防护用品

本次竣工环保验收的 DSA 机工作场所已采取的辐射安全与防护措施符合环境影响评价文件及批复要求，能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中辐射安全相关要求和开展本项目的辐射安全需要。

1.4 辐射安全管理情况

(1) 辐射安全管理机构及管理制度

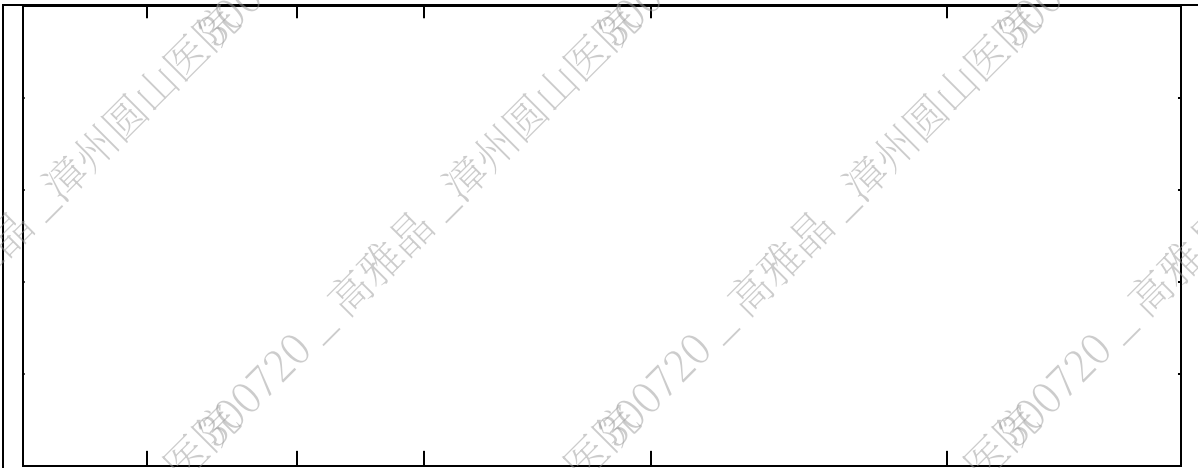
医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组（见附件 4），确定以总经理助理林文为组长全面负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，放疗科主任白志刚为辐射防护负责人，并明确了领导小组职责；已针对本次竣工环保验收项目制定了各项辐射安全管理规章制度和应急措施，主要包括：《安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《设备检修维护制度》《放射性同位素和射线装置使用登记制度》《人员培训计划》《个人剂量监测和职业健康管理制度》《辐射环境监测方案》及《辐射事故应急预案》（见附件 5）。医院已在本次竣工环保验收的直线加速器机房、CT 模拟定位机房和 DSA 机房的醒目处张贴相关辐射安全管理规章制度，具体见图 3-20。



图 3-20 辐射安全管理规章制度上墙

(2) 辐射工作人员辐射安全培训、健康管理与剂量监测

本次竣工环保验收的直线加速器和 CT 模拟定位机共配备 9 名辐射工作人员，DSA 机配备 10 名辐射工作人员，该 9 名放疗科辐射工作人员均已通过类别为放射治



(3) 辐射监测仪器

医院已配备 1 台 RP6500 型 X、 γ 辐射剂量巡测仪，并为本次竣工环保验收的每间机房配备至少 2 台 RadTarge-Mini 型个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均佩戴了个人剂量计。经现场核验，辐射监测仪器均正常可用，符合环境影响评价文件及批复要求。本次竣工环保验收项目已配备的辐射监测仪器实物图见图 3-21。



图 3-21 本次竣工环保验收项目配备的辐射监测实物图

1.5 三废处理措施

1、放射性废物处理措施

(1) 放射性固体废物治理措施

本次竣工环保验收的直线加速器更换的废靶部件，可能带有长寿命的感生放射性核素，退役时，交由设备厂家回收；直线加速器内循环冷却水系统中使用的离子交换树脂吸附循环水中的放射性感生核素，废离子交换树脂交由设备厂家回收。

(2) 放射性废气治理措施

本次竣工环保验收的直线加速器出束治疗过程中会产生少量感生放射性气体，如 ^{11}C （半衰期 20.5min）、 ^{13}N （半衰期 10min）和 ^{15}O （半衰期 124s），感生放射性气体半衰期较短，一般仅为几分钟，直线加速器机房设置了机械排风装置（见图 3-21），排风机额定风量为 $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，通风换气次数为 6.1 次/小时，感生放射性废气随空气排出，排风口位于住院楼 12 层屋顶，对环境影响较小。1#直线加速器通风系统管道布设见附图 7，楼顶排风口和风机铭牌实物图见图 3-22。



图 3-22 本次验收的 1#直线加速器机房楼顶排风口和风机铭牌实物图

2、非放射性废物处理措施

本次竣工环保验收的直线加速器、CT模拟定位机、DSA机运行时会使机房内空气电离产生少量的臭氧和氮氧化物。

本次竣工环保验收的直线加速器机房设置有机通风系统，室内新风口位于治疗机房吊顶的东北端，室内排风口位于治疗机房的西南端、距离地面约 30cm，室内新风口和排风口成对角设置；通风系统的排风量为 $3000\text{m}^3/\text{h}$ ，直线加速器治疗机房体积约为 490m^3 ，通风系统可使治疗机房的通风换气次数不小于 6 次/h，能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》

(GBZ 121-2020) 中“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机房、DSA 机房内均设置有通风系统和空调系统，日常运行过程中，可确保机房内保持良好的通风，满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020) 中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

本次竣工环保验收的直线加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物通过通风系统排至外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。本次竣工环保验收的直线加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房的通风系统见图 3-23。

图 3-23 本次竣工环保验收的各机房通风系统

本次竣工环保验收项目采取的废物处置措施与环境影响评价文件及批复一致，满足相关环保要求。

表四 环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定

建设项目环境影响报告表主要结论及审批部门审批决定：

1、环境影响报告表的主要结论

13.1 结论

漳州九龙江医院位于漳州市高新区南湖“双创”片区，是一家定位为集医疗、教学和科研等功能于一体的三级综合性医院。为进一步提高漳州地区医疗卫生服务水平，满足当地医疗需求，建设单位拟在漳州九龙江医院开展放射治疗、介入治疗、核医学科等核技术利用项目，具体如下：

放射治疗项目：拟在地下一层放疗科建设3间直线加速器机房（1~3），并购置3台医用电子直线加速器，属于II类射线装置，每台医用电子直线加速器自带锥形束计算机断层扫描系统（CBCT）；拟在地下一层放疗科建设2间CT模拟定位机房（1~2），并购置2台CT模拟定位机，属于III类射线装置。

介入治疗项目：拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设1间DSA机房，并购置1台DSA；拟在门急诊医技楼三楼建设2间复合手术室，并购置2台DSA和2台移动CT，共计3台II类射线装置、2台III类射线装置。同时拟在住院楼二楼内镜中心建设1间ERCP机房，并购置1台ERCP，属于II类射线装置。

核医学科项目：①核素治疗区域：拟使用¹⁷⁷Lu开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗；使用¹³¹I开展甲状腺治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定，该区域日等效最大操作量为 3.516×10^9 Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。②PET/CT及SPECT/CT检查区域：PET/CT检查区域拟购置1台PET/CT（属于III类射线装置），并使用¹⁸F正电子核素开展医学显像诊断；拟使用2枚⁶⁸Ge放射源（V类放射源）用于PET/CT校准，活度分别为 7.4×10^7 Bq和 5.55×10^7 Bq；SPECT/CT检查区域拟购置1台SPECT/CT（属于III类射线装置），并使用^{99m}Tc开展医学显像诊断；拟使用⁸⁹Sr、¹⁵³Sm开展骨转移癌治疗；拟使用³²P和1枚⁹⁰Sr放射源（活度为 1.48×10^9 Bq，属于V类放射源）开展敷贴治疗，该区域日等效最大操作量为 4.71×10^8 Bq，属于乙级非密封放射性物质工作场所。

本项目共包括7台II类射线装置；6台III类射线装置；3枚V类放射源；2个乙级非密封放射性物质工作场所。本项目辐射工作的种类和范围为乙级非密封放射性物质工作场所，配套使用III类射线装置和V类放射源；使用II类、III类射线装置。

一、辐射安全与防护分析结论

(1) 工作场所布局与分区

本建设项目射线装置均设有独立机房，辐射工作场所进行分区管理，设立监督区和控制区，分区布局合理。核医学科整体布局能够保证工作程序沿着相关房间单向开展，

场所设计满足放射性活度由高到低梯次布置，控制区内医护人员及病人均具有独立的出入口和通道，注射后病人有专用卫生间连接衰变池，辐射工作场所布局满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中关于临床核医学工作场所对于布局的要求，布局合理。

（2）辐射安全措施

本次评价项目射线装置均设有单独的机房，且机房的屏蔽设施符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）等技术标准的相关要求。机房充分考虑了邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

核医学科非密封放射性物质工作场所的布局、辐射防护与安全措施等均满足《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）及《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的相关要求。

二、环境影响评价结论

按照建设单位给出的屏蔽设计方案，本项目 CT 模拟定位机、移动 CT、DSA、ERCP、SPECT/CT 和 PET/CT 机房的使用面积、辐射屏蔽厚度及相关防护措施均符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中对相应诊断 X 射线机房的防护设施的技术要求。放射治疗机房辐射防护与安全设施均符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中相关标准要求，核医学科辐射工作场所拟采取的辐射屏蔽措施符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中相关标准要求。根据理论计算结果，本项目投入使用后各辐射工作人员及公众人员年有效剂量均满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中对职业人员年有效剂量限值和公众人员年有效剂量限值的要求，同时也满足本项目提出的对职业人员剂量约束值 $\leq 5\text{mSv/a}$ 及公众年剂量约束 $\leq 0.1\text{mSv/a}$ 的要求。

三、辐射安全管理符合性分析

医院将及时成立辐射安全与环境保护管理机构，制定相关的辐射安全管理制度和辐射工作流程。本项目辐射工作人员均为新增人员，新进的辐射工作人员应及时在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训，经考核合格后方可上岗。在认真落实辐射安全管理制度的情况下，本项目能满足辐射安全管理要求。

四、可行性分析结论

①实践正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中关于辐射防护“实践的正当性”要求,对于一项实践,只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后,其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补可能引起的辐射危害时,该实践是正当的。

目前,核医学科已在我国各大医院广泛推广,技术已十分成熟,在医疗保障领域起了十分重要的作用。此外,射线装置的应用在放射治疗、放射诊断等方面有其他技术无法替代的特点,且介入治疗技术具有准确、安全、高效、创伤小、并发症少等优点,对保障健康、拯救生命起了十分重要的作用。漳州九龙江医院核医学科、DSA、移动CT、ERCP、直线加速器和CT模拟定位机项目的配置,提高医院整体医疗水平,为当地病人提供一个更加优越的诊疗环境,具有明显的社会效益。

本项目整体布局较为合理,各工作场所均按相关要求进行了设计,防护措施满足标准要求。项目对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害,因此,本项目建设符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中辐射防护“实践正当性”原则。

②产业政策符合性分析

对照《产业结构调整指导目录》(2024年本)的规定,本项目属于“鼓励类”中“十三、医药”中的“4、……新型医用诊断设备和试剂,高性能医学影像设备,高端放射治疗设备……”以及“三十七、卫生健康”中的“1、……医疗卫生服务设施建设……”项目,因此,漳州九龙江医院核技术利用项目符合国家产业政策。

五、总结论

综上所述,漳州九龙江医院核技术利用项目在落实本报告表提出的各项污染防治措施和安全管理措施后,将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和具备相应的辐射安全防护措施,项目正常运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求,从环境保护和辐射防护角度论证,该项目建设是可行的。

13.2 建议

(1) 对本评价提出的辐射管理和辐射防护措施,建设单位应尽快落实,在项目建设同时,切实做到环保设施和主体工程“同时设计、同时施工、同时投产”。

(2) 建设单位如需增加本报告表所涉及之外的放射性同位素、射线装置或对其使用功能进行调整,则应按要求向生态环境主管部门进行申报,并按污染控制目标采取相应的辐射防护措施。

(3) 本项目环评批复后,建设单位应及时向生态环境主管部门办理辐射安全许可证

申领手续并按要求开展竣工环境保护验收工作。

(4) 建设单位应加强辐射安全与防护管理，及时组织辐射工作人员参加辐射安全与防护培训并通过考核，做到全体辐射工作人员持证上岗；培训证书有效期届满，拟继续从事辐射相关工作的，按规定每五年接受再培训与考核。建设单位应建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

2、审批部门审批决定

福建省生态环境厅

闽环辐评〔2025〕1号

福建省生态环境厅关于批复漳州九龙江医院 核技术利用项目环境影响报告表的函

漳州九龙江医院有限公司：

你单位报送的《漳州九龙江医院核技术利用项目环境影响报告表》（以下简称“报告表”）和申请审批的函收悉。经研究，现函复如下：

一、本项目建设内容为漳州九龙江医院有限公司拟在漳州市高新区九湖镇圆山大道以南、西环城路以东的漳州九龙江医院（在建）内开展放射治疗、介入治疗、核医学科等核技术利用项目，具体内容如下：

（一）放射治疗

拟在地下一层放疗科建设 3 间直线加速器机房，每间机房使用 1 台医用电子直线加速器（X 射线 $\leq 15\text{MV}$ ，电子线 $\leq 22\text{MeV}$ ），同时配套建设 2 间 CT 模拟定位机房，使用 2 台 CT 模拟定位机。

（二）介入治疗

1. 数字减影血管造影机 (DSA)

拟在门急诊医技楼一楼急诊影像科建设 1 间 DSA 机房, 使用 1 台 DSA; 拟在门急诊医技楼三楼建设 2 间复合手术室, 使用 2 台 DSA 和 2 台移动 CT 机。

2. 内镜逆行胰胆管造影机 (ERCP)

拟在住院楼二楼内镜中心建设 1 间 ERCP 机房, 使用 1 台 ERCP。

(三) 核医学科

拟在地下一层建设核医学科项目, 主要包括核素治疗区域、PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域、衰变间。

1. 核素治疗区域

位于核医学科北侧, 主要包括使用 Lu-177 开展胃肠胰腺神经内分泌肿瘤/前列腺癌治疗; 使用 I-131 开展甲癌治疗、甲亢治疗、甲状腺功能测定。核素治疗区域日等效最大操作量为 $3.516E+9Bq$ 。

2. PET/CT 和 SPET/CT 检查区域

PET/CT 检查区域: 拟使用 1 台 PET/CT 机, 配套使用 F-18 核素开展医学显像诊断, 使用 2 枚 Ge-68 放射源用于校准; SPECT/CT 检查区域: 拟使用 1 台 SPECT/CT 机, 配套使用 Tc-99m 核素开展显像诊断, 使用 Sr-89、Sm-153 核素开展骨转移

癌治疗，使用 P-32 非密封放射性物质和 1 枚 Sr-90 放射源开展敷贴治疗。PET/CT 和 SPET/CT 检查区域日等效最大操作量为 $4.71\text{E}+8\text{Bq}$ 。

3. 衰变间

衰变间位于核素治疗区域北侧，主要设置 2 套独立的槽式放射性废液衰变池。

本项目的 3 台医用电子直线加速器、3 台 DSA 和 1 台 ERCP 均属 II 类射线装置；2 台 CT 模拟定位机、2 台移动 CT、1 台 PET/CT 机和 1 台 SPECT/CT 机均属 III 类射线装置；核素治疗区域、PET/CT 和 SPECT/CT 检查区域两个场所均属乙级非密封放射性物质工作场所；2 枚 Ge-68 和 1 枚 Sr-90 放射源均属 V 类放射源。

二、在落实报告表提出的各项环境保护及辐射防护措施的前提下，同意你单位按照报告表的内容以及拟采取的辐射防护措施建设项目。

三、你单位须全面落实报告表提出的各项辐射防护与安全管理措施，并着重做好以下工作：

（一）严格按照设计方案建设，确保各辐射工作场所的屏蔽满足辐射防护要求。各辐射工作场所要严格划分控制区和监督区管理，控制区入口应设置电离辐射警告标志，各射线装置的工作机房应设置工作状态指示灯并与防护门、射线装置安全

联锁。放射治疗区域应设置固定式辐射剂量监测仪、门-机安全联锁、急停按钮、视频监控及对讲装置等；介入治疗区域（DSA、ERCP）应设置自动闭门装置、急停按钮及对讲装置等；核医学科要设置相对独立的工作人员、受检者（患者）、放射性药物路径，并在地面上设置明确的受检者（患者）导向标识，设置视频监控及语音通话系统，在医护人员、患者及药物的各出入口应设置门禁系统，各出口处应设置表面污染监测仪、辐射剂量检测仪等，对人员及物品进行监测，无异常后方可离开，防止人员受到误照射。

（二）建立各项辐射安全和防护的管理规章制度，制定辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。

（三）认真对使用放射性药物的患者及其家属开展辐射防护相关知识的宣传和教肓，提高其辐射防护意识；加强对使用放射性药物患者的监督管理，防止在院内产生不必要的交叉照射，且应书面告知其出院后的辐射防护相关要求，尽量减轻对家人和公众的影响。

（四）直线加速器机房产生的放射性固体废物交由设备厂家回收。核医学科被非密封放射性物质污染的物品，应按核素

类别暂存于各场所的铅废物桶，每周收集并注明日期后置于污物暂存间内的衰变箱中，待存放期限足够并经监测满足清洁解控要求后方可作为普通医疗废物处理，含各核素放射性固体废物的存放时间分别为：含 Lu-177 和 I-131 的应存放 180 天以上；含 F-18 和 Tc-99m 的应存放 30 天以上；含 Sr-89、Sm-153 的应存放 505 天以上；含 P-32 的应存放 143 天以上。Ge-68 校准源和 Sr-90 敷贴器报废后应由厂家回收。

(五)放射性废液应排入放射性废液衰变池暂存，含 Lu-177 和 I-131 的废液应暂存 180 天以上，含 F-18 和 Tc-99m 的废液应暂存 30 天以上，方可排放至医疗废水系统处理。

(六)辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。

四、根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ1188-2021)等规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。

五、你单位应按规定向我厅申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。

六、你单位应严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。

七、你单位应在收到本批复后（20个工作日内），将经审批的报告表送漳州市生态环境局。请漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。



（此件主动公开）

抄送：漳州市生态环境局，省辐射环境监督站、省环境影响评价技术中心，江西省地质局实验测试大队。

- 6 -

3、环评及批复要求落实情况

根据环境影响报告表中提出的管理要求和审批部门对漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目环境影响报告表的审批意见，江苏辐环环境科技有限公司针对本

次竣工环保验收的直线加速器、CT 模拟定位机和 DSA 机进行了现场验收检查，检查结果见表 4-1 和 4-2。

表 4-1 环评要求落实情况汇总表

检查内容	环评要求	执行情况	实际效果
防护措施	<p>(1) 直线加速器机房采用密度不低于 2.35g/cm^3 混凝土浇筑，东侧屏蔽墙为 170cm 混凝土；西侧迷路内墙为 50cm~150cm 混凝土、迷路外墙为 150cm~50cm 混凝土；南侧主屏蔽墙为 300cm 混凝土，内凸宽度 4.8m，次屏蔽墙为 170cm 混凝土；北侧主屏蔽墙为 300cm 混凝土，内凸宽度 5.1m、外凸宽度 4.8m，次屏蔽墙为 170cm 混凝土；顶部主屏蔽墙为 300cm 混凝土，内凸宽度 4.8m，次屏蔽墙为 210cm 混凝土；底板为土层；防护门为内衬 20mm 厚铅板+11cm 含硼聚乙烯（5%硼）。</p> <p>(2) CT 模拟定位机房四周墙体为 300mm 厚实心砖墙+2mmPb 硫酸钡涂料（约 4.3mmPb）；顶部为 250mm 厚混凝土+1mmPb 硫酸钡涂料（约 3.9mmPb）；防护门和观察窗为 4mmPb。实心砖密度不低于 1.65g/cm^3、铅密度不低于 11.3g/cm^3；</p> <p>(3) DSA 机房四周墙体为 240mm 厚实心砖墙+3mmPb 硫酸钡涂料（相当于 5.27mmPb）；底板为 120mm 厚混凝土+2mmPb 硫酸钡涂料（相当于 3.44mmPb）；顶部为 120mm 厚混凝土+2mmPb 硫酸钡涂料（相当于 3.44mmPb）；防护门和观察窗为 4mmPb。实心砖密度不低于 1.65g/cm^3、铅密度不低于 11.3g/cm^3；</p>	<p>直线加速器机房北墙主屏蔽的内凸部分宽度实际建设为 4.8m，也能够满足 1#直线加速器对主屏蔽宽度的需求。除此之外，直线加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房屏蔽施工参数与环评阶段的屏蔽设计参数一致，根据验收监测结果，本次竣工环保验收项目满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）及本项目管理目标要求。</p>	<p>已达到预期效果</p>
安全措施	<p>(1) 直线加速器机房： ①电离辐射警告标志及工作状态指示灯，②视频监控及对讲装置，③固定式辐射剂量监测仪，④辐射安全联锁，⑤急停按钮，⑥操作的辐射安全与防护，⑦通风，⑧电缆沟及测试孔；</p>	<p>(1) 直线加速器机房已设置以下辐射安全与保护措施：①电离辐射警告标志和工作状态指示灯，②视频监控及对讲装置，③固定式辐射剂量监测系统，④门机联锁装置，⑤紧急开门按钮和防夹装置，⑥急停按钮，⑦通</p>	<p>已达到预期效果</p>

	<p>(2) CT 模拟定位机房: ①电离辐射警告标志及工作状态指示灯, ②自动闭门装置, ③急停按钮及对讲装置, ④观察窗, ⑤操作的辐射安全与防护, ⑥管线设计及穿墙位置屏蔽补偿;</p> <p>(3) DSA 机房: ①电离辐射警告标志及工作状态指示灯, ②自动闭门装置, ③DSA 选址及有用线束方向, ④急停按钮及对讲装置, ⑤观察窗, ⑥管线设计及穿墙位置屏蔽补偿, ⑦操作的辐射安全与防护, ⑧管线设计及穿墙位置屏蔽补偿。</p>	<p>风, ⑧电缆沟及测试孔, 满足《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)和《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)中辐射安全相关要求和开展本项目的辐射安全需要。</p> <p>(2) CT 模拟定位机房已设置以下辐射安全与保护措施: ①电离辐射警告标志和工作状态指示灯, ②自动闭门与防夹装置, ③急停按钮及对讲装置, ④观察窗与视频监控装置, ⑤个人防护用品和辅助防护设施, ⑥通风系统与电缆、管线孔穿墙措施; DSA 机房已设置以下辐射安全与保护措施: ①电离辐射警告标志和工作状态指示灯, ②自动闭门与防夹装置, ③DSA 选址及有用线束方向, ④对讲装置, ⑤观察窗, ⑥个人防护用品和辅助防护设施, ⑦通风系统, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要。</p>		
通风措施	<p>(1) 直线加速器机房: 设置强制排风系统, 进风口设在机房的吊顶处, 排风口设在机房离地面约 0.3m 处, 进风口与排风口位置对角设置, 以确保室内空气充分交换, 每间机房排风机额定风量为 3000m³/h;</p> <p>(2) CT 模拟定位机房: 机房拟设置独立通风及空调系统, 采取吸顶式排风扇进行通风, 通过排风管道联通室外;</p> <p>(3) DSA 机房: 机房均拟设置独立通风及空调系统, 拟采取吸顶式排风扇进行通风, 通过排风管道联通室外。</p>	<p>(1) 直线加速器机房设置有机机械通风系统, 室内新风口和排风口成对角设置, 排风量为 3000m³/h, 满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ 1198-2021)和《放射治疗放射防护要求》(GBZ 121-2020)中有关通风的要求。</p> <p>(2) CT 模拟定位机房和 DSA 机房内均设置有通风系统和空调系统, 可确保机房内保持良好的通风, 满足《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020)中有关通风的要求。</p>	已达到预期效果	
人员配备	所有辐射工作人员均参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训, 考核合格后上岗。	本次竣工环保验收项目配备的 19 名辐射工作人员均已取得相应类别的辐射安全与防护考核合格证书, 并在有效期内。	已达到预期效果	

		所有辐射工作人员均配备个人剂量计，并定期（不超过 3 个月）送有资质部门进行监测，医院建立个人累积剂量档案。	本次竣工环保验收项目配备的 19 名辐射工作人员均已配备个人剂量计，定期委托有资质单位承担个人剂量监测工作，监测频率为不少于 3 个月/次，医院已建立个人累积剂量档案。	已达到预期效果
		所有辐射工作人员均定期（不超过 1 次/2 年）进行职业健康体检，医院建立职业健康监护档案。	本次竣工环保验收项目配备的 19 名辐射工作人员均已参加了职业健康体检，体检结论均为可从事放射工作，医院已建立了职业健康监护档案。	已达到预期效果
监测仪器和防护用品		医院配备 1 台便携式 X-γ 辐射剂量率监测仪，每间机房配备 2 台个人剂量报警仪。	医院已配备 1 台 RP6500 型 X、γ 辐射剂量巡测仪，并为本次竣工环保验收的每间机房配备至少 2 台 RadTarge-Mini 型个人剂量报警仪。	已达到预期效果
		<p>(1) CT 模拟定位机房拟配备铅橡胶性腺防护围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各一套，铅当量为 0.5mm；</p> <p>(2) DSA 机房配备 0.5mmPb 分体式铅衣及铅橡胶围裙 4 件，0.5mmPb 铅橡胶颈套 4 件，0.5mmPb 铅防护眼镜 4 副，0.025mmPb 介入防护手套 4 件，0.5mmPb 铅悬挂防护屏 1 个，0.5mmPb 床侧防护帘 1 个，0.5mmPb 铅橡胶性腺防护方巾 1 件，0.5mmPb 铅橡胶颈套 1 件，0.5mmPb 铅橡胶帽子 1 件。</p>	<p>(1) CT 模拟定位机房内已配备相应的个人防护用品，包括分体式铅衣、铅围裙、铅帽、铅围脖各 4 件；成人防辐射方巾、围脖、铅帽各 1 件；儿童防辐射方巾、围脖、铅帽、铅衣各 1 件，铅当量均为 0.5mmPb；</p> <p>(2) DSA 机房已配备一体式铅衣、铅围脖、铅帽、铅眼镜各 6 件，铅当量均为 0.5mmPb；0.025mmPb 介入防护手套 4 件；0.5mmPb 铅悬挂防护屏 1 个，0.5mmPb 床侧防护帘 1 个，2mmPb 移动铅防护屏风 1 个；成人和儿童 0.5mmPb 的防护方巾、围脖、铅帽各 1 件。</p>	
管理措施	管理机构	成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确各成员管理职责。	医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，指定专人专职负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，并明确了领导小组职责。	已达到预期效果
	管理制度	针对本项目具体情况制定辐射安全管理制度，制度主要应包括：操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、使用登记制度、人员培训计划、个人剂量监测方案、辐射环境监测方案、事故应急预案。	已针对本项目制定了各项辐射安全管理制度和应急措施，主要包括：《安全操作规程》《辐射防护和安全保卫制度》《岗位职责》《设备检修维护制度》《放射性同位素和射线装置使用登记制度》《人员培训计划》	

	其还应在之后的实际工作中不断根据法律法规及实际情况对各管理制度进行补充和完善。	《个人剂量监测和职业健康管理制 度》《辐射环境监测方案》 《辐射事故应急预案》。 在之后的实际工作中医院将根据 法律法规及实际情况不断对各项 管理制度进行补充和完善。
--	---	--

表 4-2 环评批复要求落实情况汇总表

批复要求	执行情况	落实情况
严格按照设计方案建设，确保各辐射工作场所的屏蔽满足辐射防护要求。各辐射工作场所要严格划分控制区和监督区管理，控制区入口应设置电离辐射警告标志，各射线装置的工作机房应设置工作状态指示灯并与防护门、射线装置安全联锁。放射治疗区域应设置固定式辐射剂量监测仪、门-机安全联锁、急停按钮、视频监控及对讲装置等；介入治疗区域（DSA）应设置自动闭门装置、急停按钮及对讲装置等；核医学科要设置相对独立的工作人员、受检者（患者）、放射性药物路径，并在地面上设置明确的受检者（患者）导向标识，设置视频监控及语音通话系统，在医护人员、患者及药物的各出入口应设置门禁系统，各出口处应设置表面污染监测仪、辐射剂量检测仪等，对人员及物品进行监测，无异常后方可离开，防止人员受到误照射。	<p>本次竣工环保验收项目已基本按照设计方案建设，根据验收监测结果，本次竣工环保验收的直线加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房的屏蔽满足辐射安全和防护要求。</p> <p>直线加速器机房已采取电离辐射警告标志和工作状态指示灯、视频监控及对讲装置、固定式辐射剂量监测系统、门机联锁装置、紧急开门按钮和防夹装置、急停按钮等辐射安全防护措施，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中辐射安全相关要求。</p> <p>CT 模拟定位机房和 DSA 机房已采取电离辐射警告标志和工作状态指示灯、自动闭门与防夹装置观察窗与对讲装置等辐射安全与防护措施，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关辐射安全要求。</p>	已落实
建立各项辐射安全和防护的管理规章制度，制定辐射事故应急预案并定期开展演练。配备防护用品、防护设施及监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。	医院已健全各项辐射安全和防护的管理规章制度，已制定辐射事故应急预案并定期开展演练。本项目已配备监测仪器，定期进行自主监测，发现问题立即整改，防止发生辐射事故。	已落实
直线加速器机房产生的放射性固体废物交由设备厂家回收。	直线加速器更换的废靶部件和离子交换树脂将交由设备厂家回收。	已落实

<p>辐射工作人员应按要求参加辐射安全培训并取得合格证书，做到持证上岗；建立健全个人剂量和职业健康档案，所有辐射工作人员均应按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测。</p>	<p>本次竣工环保验收项目配备的 19 名辐射工作人员均已取得相应类别的辐射安全与防护考核合格证书，所有辐射工作人员均按要求佩戴个人剂量计并接受剂量监测，并已建立健全的个人剂量和职业健康档案，</p>	<p>已落实</p>
<p>根据《核医学辐射防护与安全要求》(HJ 1188-2021)等规定和报告表的预测，本项目的公众剂量约束值按 0.1 毫希沃特/年执行，职业人员剂量约束值按 5 毫希沃特/年执行。</p>	<p>根据验收监测结果和理论估算结果，本项目公众的年受照有效剂量低于 0.1 毫希沃特/年，职业人员的年受照有效剂量低于 5 毫希沃特/年。</p>	<p>已落实</p>
<p>你单位应按规定向我厅申领辐射安全许可证，并在许可范围内从事核技术利用相关活动，按时报送辐射安全年度评估报告。</p>	<p>医院已按规定申领了辐射安全许可证，在许可范围内从事核技术利用相关活动，并按时报送辐射安全年度评估报告。</p>	<p>已落实</p>
<p>你单位应严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。项目竣工后，须按规定标准和程序开展竣工环境保护验收。经验收合格后，项目方可投入运行。</p>	<p>医院已严格落实环保“三同时”制度，落实各项环境保护措施。已按规定标准和程序开展竣工环境保护验收，验收合格后，方投入正式运行。</p>	<p>已落实</p>
<p>你单位应在收到本批复后 20 个工作日内将经审批的报告表送漳州市生态环境局。请漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。</p>	<p>在收到环评批复后 20 个工作日内，医院已将经审批的环评报告表送漳州市生态环境局。接受漳州市生态环境局加强对项目的日常监督管理。</p>	<p>已落实</p>

表五 验收监测质量保证及质量控制

验收监测质量保证及质量控制：

1、检测单位

江苏辐环环境科技有限公司已通过检验检测机构资质认定（CMA 资质认定证书编号：231012341512）。

2、监测仪器

本次竣工环保验收项目监测所采用的监测仪器参数见表 5-1，本次竣工环保验收的直线加速器最大能量为 10MV，CT 模拟定位机的最大能量为 140kV，DSA 机的最大能量为 125kV，均在仪器能量响应范围内。

表 5-1 本次竣工环保验收监测仪器参数

仪器名称	辐射检测仪
仪器型号	
出厂编号	
能量响应	
量程	
检定证书编号	
检定单位	
检定有效期	

3、人员能力

监测人员已通过专业的技术培训和考核，监测由专业人员按操作规程操作仪器，每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否良好，并做好现场记录。

4、质量保证及质量控制

①委托的检测机构已通过资质认定，具备有相应的检测资质和检测能力，其资质认定证书及附表见附件 6；

②委托的检测机构制定有质量体系文件，所有活动均按照质量体系文件要求进行，实施全过程质量控制；

③委托的检测机构所采用的监测设备均通过计量部门检定，并在检定有效期内；

④所有检测人员均通过专业的技术培训和考核；

⑤检测仪器在使用前、后进行性能检查；

⑥检测报告实行三级审核。

表六 验收监测内容

验收监测内容：

项目验收监测期间，工况稳定、环境保护设施运行正常，项目运行工况符合建设项目竣工环境保护验收监测要求。

1、监测因子、频次及时间

监测因子：X- γ 辐射剂量率；

监测点位：

①直线加速器：机房四周墙体外表面 30cm、顶部外表面 30cm、防护门及四周门缝外表面 30cm，控制室内人员操作位、电缆孔处、机房周围人员经常活动的位置，具体监测布点见图 7-1；

②CT 模拟定位机：机房四周墙体外表面 30cm、顶部外表面 30cm、观察窗外 30cm、防护门及四周门缝外表面 30cm，控制室内人员操作位、电缆孔处、机房周围人员经常活动的位置，具体监测布点见图 7-2；

③DSA 机：机房四周墙体外表面 30cm、顶部外表面 30cm、观察窗外 30cm、防护门及四周门缝外表面 30cm、楼下距地面 1.7m 处，机房内第一术者位、第二术者位，控制室内人员操作位、电缆孔处、机房周围人员经常活动的位置，具体监测布点见图 7-3；

监测频次：

①直线

②CT 模

③DSA

个监测点位

境中开展测

次曝光时间

监测时间：2026 年 5 月 20 日

监测天气：晴

2、监测分析方法

监测分析方法采用监测公司资质认定计量认证证书附表内相应的方法，具体见表 6-1。

表 6-1 监测方法

监测项目	监测方法
X- γ 辐射剂量率	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

表七 验收监测结果

验收监测期间生产工况记录：

本次竣工环保验收工况见下表：

表 7-1 本次竣工环保验收监测工况一览表

验收内容	工作场所	设备技术参数	验收工况
Elekta Infinity 型 直线加速器	1#直线加速器 机房	1	
Philips CT Big Bore 型 CT 模拟定 位机	1#CT 模拟定 位机房		A
Azurion5 M20 型 DSA 机	门急诊医技楼 一楼急诊影像 科 DSA 机房		A

备注：验收工况满足《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》中“验收监测应当在确保主体工程工况稳定、环境保护设施运行正常的情况下进行”要求。

验收监测结果：

本次竣工环保验收的直线加速器机房监测结果见表 7-2，监测布点图见图 7-1；CT 模拟定位机房监测结果见表 7-3，监测布点图见图 7-2；DSA 机房监测结果见表 7-4，监测布点图见图 7-3。

表 7-2 本次竣工环保验收的直线加速器机房周围辐射环境监测结果

--

根据表 7-2 可知，在验收工况下，1#直线加速器机房表面外 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在（159~630）nSv/h 范围内，满足辐射环境剂量率控制水平要求，1#直线加速器机房屏蔽效果良好。

图 7-1-1 本次验收的直线加速器机房及周围 X- 辐射剂量率检测位示意图（机房四周）

图 7-1-2 本次验收的直线加速器机房及周围 X- γ 辐射剂量率检测位示意图（机房楼上）

表 7-3 本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机房周围辐射环境监测结果

根据表 7-3 可知，在验收工况下，1#CT 模拟定位机房表面外 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在（168~420）nSv/h 范围内，满足辐射环境剂量率控制水平要求，1#CT 模拟定位机房屏蔽效果良好。

图 7-2-1 CT X- 意 ()

图 7-2-2 本次验收的 CT 模拟定位机房及周围 X- γ 辐射剂量率检测位示意图 (机房楼上)

表 7-4-1 本次竣工环保验收的 DSA 机房周围辐射环境监测结果（透视模式）



表 7-4-2 本次竣工环保验收的 DSA 机房周围辐射环境监测结果（减影模式）



根据表 7-4 可知，在透视验收工况下，DSA 机房外表面 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在（170~272）nSv/h 范围内，在减影验收工况下，DSA 机房外表面 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在（168~440）nSv/h 范围内，满足辐射环境剂量率控制水平要求，DSA 机房屏蔽效果良好。同时，在透视验收工况下，无铅衣屏

图 7-3-1 本次验收的 DSA 机房及周围 X- γ 辐射剂量率检测位示意图（机房四周）

图 7-3-2 本次验收的 DSA 机房及周围 X- γ 辐射剂量率检测位示意图（机房楼上）

图 7-3-3 本次验收的 DSA 机房及周围 X- γ 辐射剂量率检测位示意图（机房楼下）

辐射工作人员和公众年受照剂量分析：

本次竣工环保验收项目暂未投入使用，辐射工作人员和公众的年有效剂量采用理论计算的方式进行分析。

(1) 直线加速器所致辐射工作人员和公众年有效剂量

辐射工作人员和公众年受照剂量通过下式进行估算：

$$E = \dot{H} \cdot t \cdot T \cdot U \quad (\text{式 7-1})$$

上式中： E —人员年有效剂量， $\mu\text{Sv/a}$ ；

\dot{H} —参考点处剂量率， $\mu\text{Sv/h}$ ；

U —使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子；

t —照射时间。

根据表 7-2 监测结果和公式（7-1）可估算得出直线加速器运行所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量，具体见表 7-5。

表 7-5 直线加速器所致辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算结果一览表

根据表 7-5 理论估算可知，本次竣工环保验收的直线加速器所致辐射工作人员年受照剂量最大为 $4.01E-02mSv$ ，所致周围公众年受照剂量最大为 $5.29E-02mSv$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求及项目剂量约束值要求，即职业人员年受照剂量不超过 $5mSv$ 、公众年受照剂量不超过 $0.1mSv$ ，符合环评文件及批复要求。

(2) CT模拟定位机所致辐射工作人员和公众年有效剂量

根据表 7-3 监测结果和公式（7-1）可估算得出 CT 模拟定位机运行所致辐射工作人员和周围公众的年受照剂量，具体见表 7-6。

表 7-6 CT 模拟定位机所致辐射工作人员和周围公众年受照剂量估算结果一览表

根据表 7-6 理论估算可知，本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机所致辐射工作人员年受照剂量最大为 $1.25E-03mSv$ ，所致周围公众年受照剂量最大为 $1.78E-03mSv$ ，能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求及项目剂量约束值要求，即职业人员年受照剂量不超过 $5mSv$ 、公众年受照剂量不超过 $0.1mSv$ ，符合环评文件及批复要求。

(3) DSA机所致辐射工作人员和公众年有效剂量

①技师、护士和周围公众年有效剂量

DSA 机出束时，技师和护士位于控制室，根据表 7-4 监测结果和公式（7-1）可估算得出 DSA 机运行所致技师、护士和周围公众的年受照剂量，具体见表 7-7。

表 7-7-1 DSA 机所致技师、护士和周围公众年受照剂量估算结果一览表（透视）

表 7-7-2 DSA 机所致技师、护士和周围公众年受照剂量估算结果一览表（减影）

根据表 7-7 理论估算可知，本次竣工环保验收的 DSA 机所致技师、护士年受照剂量最大为 2.02E-03mSv（透视 1.60E-03mSv+减影 4.20E-04mSv），所致周围公众年受照剂量最大为 2.82E-03mSv（透视 2.40E-03mSv+减影 4.20E-04mSv），能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求及项目剂量约束值要求，即职业人员年受照剂量不超过 5mSv、公众年受照剂量不超过 0.1mSv，符合环评文件及批复要求。

②介入医师年有效剂量

DSA 介入手术工作人员透视所致年有效剂量可根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）中公式进行估算，估算方法如下：

$$E = \alpha H_u + \beta H_0 \quad (\text{式 7-2})$$

式中： E —有效剂量中的外照射分量，单位为 mSv；

α —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.79；

H_u —铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 $H_{p(10)}$ ，单位为 mSv；

β —系数，有甲状腺屏蔽时，取 0.051；

H_0 —铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 $H_{p(10)}$ ，单位为 mSv。

DSA 机透视时，介入医师位于机房内，DSA 机减影时，介入医师位于控制室内。根据表 7-4 监测结果和公式（7-2）和公式（7-1）可估算得出可估算得出 DSA

机运行所致介入医师的年受照剂量，具体见表 7-8。

表 7-8-1 DSA 机所致介入医师年受照剂量估算结果一览表（透视）

:

。

表 7-8-2 DSA 机所致介入医师年受照剂量估算结果一览表（减影）

根据表 7-8 理论估算可知，本次竣工环保验收的 DSA 机所致介入医师年受照剂量最大为 1.61mSv（透视 1.61mSv+减影 2.10E-04mSv），能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求及项目剂量约束值要求，即职业人员年受照剂量不超过 5mSv，符合环评文件及批复要求。

在实际手术时，因不同的手术，其曝光或透视的管电压管电流不同，投照方位根据需要而变化，且投照出束时间不同，难以准确估算介入手术工作人员受到的准确照射剂量，主要依靠其佩戴的个人剂量计进行跟踪性监测。因此，医院应加强对介入手术工作人员的个人剂量监测管理，当个人累积剂量将超过年有效剂量 5mSv 时，应及时告知本人，并减少其辐射工作量或为其调整工作岗位，确保其年累积剂量不超过项目管理目标。

综上所述，本次竣工环保验收项目辐射工作人员和公众的年受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中剂量限值要求及项目剂量约束值要求，即职业人员年受照剂量不超过 5mSv、公众年受照剂量不超过 0.1mSv，符合环评文件及批复要求。

表八 验收监测结论

验收监测结论:

1、工程概况

漳州圆山医院在地下室放疗科 1#直线加速器机房安装 1 台医科达的 Elekta Infinity 型直线加速器, 1#CT 模拟定位机房已安装 1 台 Philips CT Big Bore 型 CT 模拟定位机; 在门急诊医技楼一楼急诊影像科 DSA 机房安装 1 台 Azurion5 M20 型 DSA 机。

本次竣工环保验收的直线加速器 X 射线最大能量为 10MV, 电子线最大能量为 15MeV, 属于 II 类射线装置; CT 模拟定位机最大管电压为 140kV, 最大管电流为 665mA, 属于 III 类射线装置; DSA 机最大管电压为 125kV, 最大管电流为 813mA, 属于 II 类射线装置。

2、验收监测结果

现场监测结果表明, 在验收工况下:

(1) 1#直线加速器机房表面外 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在 (159~630) nSv/h 范围内, 满足辐射环境剂量率控制水平要求, 1#直线加速器机房屏蔽效果良好。

(2) 1#CT 模拟定位机房表面外 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在 (168~420) nSv/h 范围内, 满足辐射环境剂量率控制水平要求, 1#CT 模拟定位机房屏蔽效果良好。

(3) 透视模式下, DSA 机房外表面 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在 (170~272) nSv/h 范围内; 减影模式, DSA 机房外表面 30cm 处及周围环境的 X- γ 辐射剂量率在 (168~440) nSv/h 范围内, 满足辐射环境剂量率控制水平要求, DSA 机房屏蔽效果良好。同时, 透视模式下, 无铅衣屏蔽时, 机房内第一术者位处胸部 X- γ 辐射剂量率为 $4.70E+04$ nSv/h, 第二术者位处胸部 X- γ 辐射剂量率为 $4.60E+04$ nSv/h; 有铅衣屏蔽时, 机房内第一术者位处胸部 X- γ 辐射剂量率为 $1.67E+04$ nSv/h, 第二术者位处胸部 X- γ 辐射剂量率为 $1.74E+04$ nSv/h。

3、保护目标剂量

根据理论估算可知, 本次竣工环保验收项目辐射工作人员和公众的年受照剂量均能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002) 中剂量限值要求及该项目剂量约束值要求, 即职业人员年受照剂量不超过 5mSv、公众年受

照剂量不超过 0.1mSv，符合环评文件及批复要求。

4、辐射安全措施

(1) 直线加速器机房已设置以下辐射安全与保护措施：①电离辐射警告标志和工作状态指示灯，②视频监控及对讲装置，③固定式辐射剂量监测系统，④门机联锁装置，⑤紧急开门按钮和防夹装置，⑥急停按钮，⑦通风系统，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中辐射安全相关要求和开展本项目的辐射安全需要，符合环评文件及批复要求。

(2) CT 模拟定位机房已设置以下辐射安全与保护措施：①电离辐射警告标志和工作状态指示灯，②自动闭门与防夹装置，③急停按钮及对讲装置，④观察窗与视频监控装置，⑤个人防护用品和辅助防护设施，⑥通风系统，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要，符合环评文件及批复要求。

(3) DSA 机房已设置以下辐射安全与保护措施：①电离辐射警告标志和工作状态指示灯，②自动闭门与防夹装置，③观察窗与对讲装置，④个人防护用品和辅助防护设施，⑤通风系统，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中相关辐射安全要求和开展本项目的辐射安全需要，符合环评文件及批复要求。

5、辐射防护监测仪器

医院已配备 1 台 RP6500 型 X、 γ 辐射剂量巡测仪，并为本次竣工环保验收的每间机房配备至少 2 台 RadTarge-Mini 型个人剂量报警仪，每名辐射工作人员均佩戴了个人剂量计，符合环境影响评价文件及批复要求。

6、通风措施

本次竣工环保验收的直线加速器机房设置有机械通风系统，室内新风口位于治疗机房吊顶的东北端，室内排风口位于治疗机房的西南端、距离地面约 30cm，室内新风口和排风口成对角设置；通风系统的排风量为 3000m³/h，直线加速器治疗机房体积约为 490m³，通风系统可使治疗机房的通风换气次数不小于 6 次/h，能够满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）和《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）中“放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h”的要求。

本次竣工环保验收的 CT 模拟定位机房、DSA 机房内均设置有通风系统和空调系统，正常运行过程中，可确保机房内保持良好的通风，满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中“机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风”的要求。

本次竣工环保验收的直线加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房产生的臭氧和氮氧化物通过通风系统排至外环境，臭氧常温下可自行分解为氧气，对环境影响较小。

7、辐射安全管理

医院已成立了辐射安全与环境保护管理领导小组，确定以院长助理林文为组长全面负责医院的辐射安全与环境保护管理工作，放疗科主任白志刚为辐射防护负责人，并明确了领导小组职责；已针对本次竣工环保验收项目制定了各项辐射安全管理规章制度和应急措施，本次竣工环保验收项目已配备 19 名辐射工作人员，均已通过相应类别的辐射安全与防护考核，且合格证书在有效期内，开展了个人剂量监测和职业健康体检，并建立了辐射工作人员个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

综上所述，漳州圆山医院（原漳州九龙江医院）核技术利用项目（一期）竣工环境保护验收监测结果满足其相关环境影响报告表的审批意见以及环评报告中辐射安全管理要求，建议该项目通过竣工环境保护验收。

建议

- (1) 医院应定期或不定期针对 X 射线装置的各种管理、操作、安全措施的实施情况进行检查，确保仪器的完好和有效。
- (2) 医院应认真保管好各种档案资料以及定期的测试报告，做到各种数据有据可查。
- (3) 医院应加强日常监测，确保机房屏蔽防护满足项目剂量限值和剂量约束值要求。